

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FABIANO SCRIPTORE DE CARVALHO

**FRAMEWORK BASEADO EM REDES DE PETRI PARA CONTENÇÃO E
MANUTENÇÃO DO ENSINO EM SITUAÇÕES DE CRISE**

PONTA GROSSA

2023

FABIANO SCRIPTORE DE CARVALHO

**FRAMEWORK BASEADO EM REDES DE PETRI PARA CONTENÇÃO E
MANUTENÇÃO DO ENSINO EM SITUAÇÕES DE CRISE**

**FRAMEWORK BASED ON PETRI NETS FOR CONTENTION AND
MAINTENANCE OF TEACHING IN CRISIS SITUATIONS**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título
Doutor em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Luiz Alberto Pilatti, Dr.

PONTA GROSSA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



FABIANO SCRIPTORE DE CARVALHO

**FRAMEWORK BASEADO EM REDES DE PETRI PARA CONTENÇÃO E
MANUTENÇÃO DO ENSINO EM SITUAÇÕES DE CRISE**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 04 de Agosto de 2023

Dr. Luiz Alberto Pilatti, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Joao Luiz Kovaleski, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Joao Paulo Aires, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Luis Mauricio Martins De Resende, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Maria Salete Marcon Gomes Vaz, Doutorado - Universidade Estadual de Ponta Grossa (Uepg)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 08/08/2023.

Dedico este trabalho à minha família:
Hilda, Alice e Giovanna, por serem o meu porto seguro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu orientador, Prof. Luiz Alberto Pilatti, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, sem ele não teria sido possível escrever este trabalho.

Gostaria de deixar registrado o meu reconhecimento à minha família, Hilda, Alice e Giovanna pelo apoio incondicional todos os dias da semana. Muito obrigado por vocês existirem na minha vida. Agradeço aos meus pais, Flávio e Ida, meus pilares de vida.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção: Profa. Regina Negri Pagani, Prof. João Luiz Kovaleski, Prof. João Carlos Colmenero, Prof. Antonio Vanderley Herrero Sola, Prof. Antonio Augusto De Paula Xavier, Prof. Luis Mauricio Martins de Resende, Prof. Antonio Carlos de Francisco, Prof. Aldo Braghini Junior, Profa. Claudia Tania Picinin e Profa. Priscila Rubbo, pelo precioso conhecimento compartilhado em sala de aula.

Agradeço aos membros integrantes da banca examinadora: Profa. Maria Salete Marcon Gomes Vaz, Prof. João Luiz Kovaleski, Prof. João Paulo Aires e Prof. Luis Mauricio Martins de Resende, que com as suas considerações, irão guiar a confecção final do trabalho.

Agradeço aos coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção: Prof. Cassiano Moro Piekarski e Prof. Angelo Marcelo Tusset.

Gostaria de agradecer a Profa. Hilda Alberton de Carvalho e a Profa. Isaura Alberton de Lima, do Departamento Acadêmico de Gestão e Economia (DAGEE) da UTFPR campus Curitiba-Pr, pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Aos meus colegas Valdecir de Lara, Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha, Juliano Prado Stradioto, Priscilla Bassetto, Tainara Rigotti De Castro e Karoline Yoshiko Gonçalves, pelo companheirismo nos trabalhos realizados em grupo nas disciplinas cursadas no PPGEP.

Agradeço de coração a equipe de Transplante de Medula Óssea (TMO) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), se não fosse por eles não estaria vivo para escrever este trabalho.

A Secretaria do Curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, em especial ao Tiago Correia Oliveira, pela cooperação e sempre pronto atendimento.

Agradeço a Ana Maria Alberton Dalla Rosa, pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos e artigos realizados durante o período das disciplinas.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Nossas atitudes, nossa pretensa importância, a ilusão de que temos uma posição privilegiada no universo, tudo é posto em dúvida por esse ponto de luz pálida.
(SAGAN, 2019)

RESUMO

O presente estudo teve o objetivo de desenvolver um *framework* baseado em redes de Petri para contenção e manutenção do ensino que poderá orientar ações futuras para o enfrentamento de situações de crise que possam ocorrer nas instituições de ensino públicas. Para a construção do trabalho, buscou-se identificar os recursos tecnológicos acessíveis às instituições públicas de educação básica brasileiras durante o contexto pandêmico, a avaliação do tipo e da qualidade das conexões à Internet, a identificação das boas práticas de utilização de TDIC, o mapeamento do acesso às TDIC nos lares brasileiros, a abrangência do alcance da conectividade em âmbito nacional e a identificação das etapas para a construção do *framework*, que foi o componente central do trabalho, onde o conjunto de diretrizes irá proporcionar um caminho para as instituições públicas de educação enfrentarem situações de crise. Foi realizada uma pesquisa com dados secundários brutos de três estudos censitários, o Censo da Educação Básica, que é um levantamento estatístico anual coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, dos anos de 2019 e 2021, que contém informações sobre as etapas de desenvolvimento e modalidades de ensino, e o Relatório Guia Edutec do Centro de Inovação para a Educação Brasileira, do ano de 2022, que oferece um diagnóstico sobre o nível de adoção de tecnologia nas escolas públicas brasileiras. Esses relatórios foram selecionados, pois representam uma importante fonte de dados estatísticos sobre a educação no Brasil, abrangendo uma ampla gama de informações sobre instituições de ensino, alunos, professores, currículos, infraestrutura, dentre outros aspectos. Em relação ao levantamento, o objetivo estabelecido foi descritivo, a unidade de análise foram as instituições públicas de educação básica brasileiras e o desenho foi o de *surveys* interseccionais comparados. A estatística descritiva foi utilizada para analisar os dados brutos. O referencial teórico foi realizado seguindo a metodologia de revisão sistemática Methodi Ordinatio para a seleção de materiais alinhados ao tema central da pesquisa, com o intuito de construir um portfólio base. O corpus de pesquisa foi construído com a utilização de três bases de dados: Science Direct, Web of Science e Scopus. Conclui-se que as instituições educacionais conseguiram otimizar o uso das ferramentas tecnológicas para manter a eficácia do processo de ensino e aprendizagem no cenário pandêmico, mas é necessário que ocorram investimentos na infraestrutura de rede e conexão com a Internet nas escolas públicas de ensino básico no Brasil que garantam o uso de recursos sustentáveis de TDIC para melhorar a educação e a qualificação constante de professores para a incorporação do uso de recursos digitais. Isso irá contribuir para a formulação de estratégias inclusivas que visam garantir a participação equitativa dos alunos. O estudo cumpriu seus objetivos estabelecidos e permitiu a construção de um alicerce sólido para o desenvolvimento de um modelo estratégico que permitirá às instituições de ensino enfrentarem os desafios futuros de maneira eficaz, garantindo a continuidade e a qualidade do processo educacional mesmo em cenários adversos.

Palavras-chave: tecnologia digital da informação e comunicação; escolas públicas; sustentabilidade; *framework*; redes de petri; políticas públicas.

ABSTRACT

The aim of this study was to develop a framework based on Petri nets for the containment and maintenance of education that could guide future actions to deal with crisis situations that may occur in public education institutions. In order to build the work, we sought to identify the technological resources accessible to Brazilian public basic education institutions during the pandemic context, evaluate the type and quality of Internet connections, identify good practices in the use of DICTs, map access to DICTs in Brazilian homes, scope the reach of connectivity nationwide and identify the steps for building the framework, which was the central component of the work, where the set of guidelines will provide a path for public education institutions to face crisis situations. Research was carried out using raw secondary data from three census studies, the Basic Education Census, which is an annual statistical survey coordinated by the Anísio Teixeira National Institute for Educational Studies and Research, from 2019 and 2021, which contains information on the stages of development and teaching modalities, and the Edutec Guide Report from the Innovation Center for Brazilian Education, from 2022, which offers a diagnosis on the level of technology adoption in Brazilian public schools. These reports were selected because they represent an important source of statistical data on education in Brazil, covering a wide range of information on educational institutions, students, teachers, curricula, infrastructure, among other aspects. The aim of the survey was descriptive, the unit of analysis was Brazilian public basic education institutions and the design was that of intersectional comparative surveys. Descriptive statistics were used to analyze the raw data. The theoretical framework was created using the Methodi Ordinatio systematic review methodology to select materials aligned with the central theme of the research, with the aim of building a base portfolio. The research corpus was built using three databases: Science Direct, Web of Science and Scopus. It is concluded that educational institutions have managed to optimize the use of technological tools to maintain the effectiveness of the teaching and learning process in the pandemic scenario, but it is necessary to invest in network infrastructure and Internet connection in public elementary schools in Brazil to ensure the use of sustainable DICT resources to improve education and the constant qualification of teachers to incorporate the use of digital resources. This will contribute to the formulation of inclusive strategies aimed at ensuring the equal participation of students. The study has met its objectives and has allowed a solid foundation to be built for the development of a strategic model that will allow educational institutions to face future challenges effectively, guaranteeing the continuity and quality of the educational process even in adverse scenarios.

Keywords: digital information and communications technology; public schools; sustainability; framework; petri nets; public policies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caminho para a Recuperação e a aceleração da aprendizagem na América Latina e Caribe	35
Figura 2 - Os quatro compromissos da recuperação da educação na América Latina e no Caribe	36
Figura 3 - Domicílios com acesso à Internet	42
Figura 4 - Domicílios com acesso à Internet – Urbana x Rural	43
Figura 5 - Domicílios com acesso à Internet por regiões	44
Figura 6 - Domicílios com acesso à Internet, por tipo de conexão	46
Figura 7 - Domicílios sem acesso à Internet, por motivos para a falta de Internet.....	46
Figura 8 - Domicílios que possuem equipamento TIC	47
Figura 9 - Domicílios, por presença de computador e Internet.....	48
Figura 10 - Exemplo 1 de Rede de Petri	50
Figura 11 - Exemplo 2 de Rede de Petri	50
Figura 12 - Exemplo 3 de Rede de Petri	51
Figura 13 - Etapas metodológicas seguidas na construção do estudo.....	54
Figura 14 - Etapas da Methodi Ordinatio	58
Figura 15 - Aplicação da Methodi Ordinatio.....	58
Figura 16 - Etapas para a implementação do <i>framework</i> da educação em tempos de pandemia	80
Figura 17 - Estrutura do <i>Framework</i>	82
Figura 18 - Etapa 1: recursos tecnológicos.....	83
Figura 19 - Etapa 2: conectividade	85
Figura 20 - Etapa 3: treinamento para Professores	86
Figura 21 - Etapa 4: transição para o ensino remoto.....	88
Figura 22 - Etapa 5: adaptação do currículo escolar	89
Figura 23 - Etapa 6: apoio emocional e social.....	90
Figura 24 - Etapa 7: Monitoramento e avaliação	91
Figura 25 - Etapa 8: retorno para o ensino presencial.....	92
Figura 26 - <i>Framework</i> da educação em tempos de pandemia.....	93
Figura 27 - Aplicação da Methodi Ordinatio.....	112
Figura 28 - Estrutura do <i>Framework</i>	113
Figura 29 - Etapa 1: recursos tecnológicos.....	114
Figura 30 - Etapa 2: conectividade	115
Figura 31 - Etapa 3: treinamento para Professores	116
Figura 32 - Etapa 4: transição para o ensino remoto.....	117
Figura 33 - Etapa 5: adaptação do currículo escolar	118
Figura 34 - Etapa 6: apoio emocional e social.....	119
Figura 35 - Etapa 7: Monitoramento e avaliação	120
Figura 36 - Etapa 8: retorno para o ensino presencial.....	121
Figura 37 - <i>Framework</i> da educação em tempos de pandemia.....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Percentual de escolas/secretarias de educação segundo estratégias adotadas com professores para a continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das atividades presenciais (n = 134.606)	62
Quadro 2 - Percentual de escolas por estratégia de comunicação e apoio tecnológico disponibilizadas aos alunos para continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das atividades presenciais (n=134.606)	62
Quadro 3 - Percentual de escolas por estratégia e ferramenta adotada no desenvolvimento das atividades de ensino e aprendizagem com os alunos durante a suspensão das atividades presenciais para continuidade das atividades pedagógicas (n=134.606)	63
Quadro 4 - Percentual de escolas por plataforma/ferramenta digital utilizada nas atividades desenvolvidas pela Internet (n=134.606)	63
Quadro 5 - Acesso à internet em escolas públicas brasileiras no ano de 2022	64
Quadro 6 - Qualidade de conexão de Internet em escolas públicas brasileiras no ano de 2022	64
Quadro 7 - Níveis classificatórios para avaliar a disponibilidade de equipamentos para estudantes e docentes em escolas públicas brasileiras no ano de 2022	65
Quadro 8 - Segurança dos equipamentos em escolas públicas brasileiras no ano de 2022	66
Quadro 9 - Boas práticas de enfrentamento da Pandemia na Educação Básica	67
Quadro 10 - Dificuldades enfrentadas por alunos e suas Famílias	69
Quadro 11 - Dificuldades enfrentadas pelas escolas e professores de Educação Básica..	70
Quadro 12 - Dificuldade no retorno da Pandemia	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas da educação básica (2019)	60
Tabela 2 - Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas da educação básica (2021)	61
Tabela 3 - Variação dos recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas da educação básica de 2019 a 2021.....	61
Tabela 4 - Disponibilidade de equipamentos	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Ano de Publicação
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizado
AVAMEC	Ambiente Virtual de Aprendizagem do Ministério da Educação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
COE	Comitê Operativo de Emergência
COVID	<i>Coronavirus Disease</i>
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EAD	Educação a Distância
ECG	Educação para a Cidadania Global
EDS	Educação para o Desenvolvimento Sustentável
Eduroam	Education roaming
FI	Fator de Impacto
Gbps	Gigabits por segundo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IP	Internet <i>Protocol</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
Mbps	Megabits por Segundo
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PDDE	Programa Dinheiro Direto na Escola
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
PNED	Política Nacional de Educação Digital
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RNP	Rede Nacional de Pesquisa
Tbps	Terabits por segundo
TDIC	Tecnologia Digital da Informação e Comunicação
TI	Tecnologia da Informação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problematização.....	18
1.2	Objetivos.....	19
1.2.1	Objetivo geral	19
1.2.2	Objetivos específicos	19
1.3	Justificativa	19
1.4	Estrutura da Tese	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1	Evolução na legislação educacional a partir da pandemia	24
2.2	A pandemia e as instituições de ensino públicas de educação básica	28
2.3	Educação para o Desenvolvimento Sustentável.....	36
2.4	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.....	38
2.5	Mapeamento: acesso às TDIC nos domicílios urbanos e rurais do Brasil ..	41
2.6	Redes de Petri.....	49
3	METODOLOGIA.....	52
3.1	Classificação e métodos da pesquisa	52
3.2	<i>Methodi Ordinatio</i>	55
3.3	Redes de Petri.....	59
4	RESULTADOS	60
4.1	Boas práticas de utilização de TDIC identificadas	66
5	DISCUSSÃO	74
5.1	<i>Framework</i>: educação em tempos de pandemia.....	80
5.1.1	Etapa 1 - Recursos tecnológicos	83
5.1.2	Etapa 2 - Conectividade.....	84
5.1.3	Etapa 3 - Treinamento para Professores	85
5.1.4	Etapa 4 - Transição para o ensino remoto	87
5.1.5	Etapa 5 - Adaptação do currículo escolar	88
5.1.6	Etapa 6 - Apoio emocional e social	89
5.1.7	Etapa 7 - Monitoramento e avaliação	90
5.1.8	Etapa 8 - Retorno para o ensino presencial	91
6	CONCLUSÕES.....	94
	REFERÊNCIAS.....	98
	APÊNDICE A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO.....	109
	APÊNDICE B - Figuras.....	111

1 INTRODUÇÃO

A educação básica brasileira e mundial sofreu um profundo impacto com a pandemia de *Coronavirus Disease* (COVID). Escolas foram fechadas ao redor do mundo por conta das medidas de distanciamento social, com o intuito de conter a propagação do vírus SARS-CoV-2, resultando em mudanças e desafios significativos. O impacto negativo causado pelo surgimento do vírus e o desenvolvimento da doença afetou drasticamente vários setores da vida humana.

O SARS-CoV-2 surgiu na região de Wuhan (China), em dezembro de 2019, provocando casos graves de pneumonia e um percentual elevado de mortes nas vítimas infectadas (LIMA *et al.*, 2020). Com um mundo sem fronteiras, o vírus rapidamente se alastrou para todas as partes do globo terrestre provocando uma pandemia mundial. Medidas preventivas tiveram que ser adotadas na tentativa de frear o avanço do vírus, visto que não existia na época nenhum tratamento eficaz contra o vírus. Nesse período caótico, ficou clara a importância das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ecossistema educacional (CIEB, 2022).

Se o papel do professor em sala de aula é mediar o processo de ensino e aprendizagem, o uso de TDIC no período pandêmico foi essencial para que este processo pudesse acontecer, afinal foi uma ferramenta que permitiu que a sala de aula chegasse aos alunos mesmo com o isolamento social e o fechamento das escolas. Neste cenário, a utilização de TDIC foi fundamental para o sistema de educação, porque elas possibilitaram que o tempo de sala de aula presencial pudesse ser utilizado com dinâmicas de ensino que instigaram a curiosidade e o desenvolvimento do aluno.

Com a adoção para o ensino remoto como alternativa para aulas presenciais, houve uma corrida contra o tempo para a implementação e utilização de TDIC como ferramenta tecnológica para a substituição da sala de aula presencial, o que trouxe novos desafios no processo de ensino e aprendizagem, trazendo ansiedade, estresse, impactando o sistema educacional, os objetivos de ensino, o ambiente educacional e a qualidade do aprendizado (RAMOS *et al.*, 2023). Muitos professores enfrentaram problemas de saúde físico e mental, decorrentes da intensa pressão para alcançar os objetivos impostos pelos gestores e pela responsabilização da inadequada estrutura que as instituições de ensino tinham na época da pandemia, tendo consequências negativas, culminando em uma crescente evasão de estudantes (SANTOS; SILVA; BELMONTE, 2021).

A reformulação completa dos sistemas de ensino, estruturas pedagógicas e estratégias de interação, com a incorporação de TDIC, ressaltou as desigualdades estruturais da sociedade (SILVA *et al.*, 2021a). Houve dificuldades para manter a motivação, visto que as distrações de um ambiente fora da sala de aula requerem mudanças no comportamento dos alunos, e neste contexto é necessário compreender os elementos relacionados ao trabalho docente para implementar medidas que possam reduzir os efeitos negativos desta mudança (SILVA *et al.*, 2021b).

O Brasil é um país de desigualdades, e nem todos tinham acesso a equipamentos computacionais (*notebooks, laptops, computadores pessoais*) e conexão com a Internet, principalmente os alunos de famílias de baixa renda, que tiveram dificuldades na mudança para o ensino remoto, afetando significativamente a sua participação neste modelo adotado (MATIJASCIC; ROLON, 2023).

Dentre as possíveis soluções para superar as fragilidades enfrentadas na infraestrutura tecnológica e na preparação dos professores para lidar com as tecnologias digitais que surgiram durante a pandemia, destacam-se (ARRUDA, 2020):

- ✓ O aprimoramento das condições tecnológicas das instituições de ensino públicas brasileiras, visando garantir recursos adequados para a implementação de tecnologias digitais no ambiente educacional;
- ✓ A criação de oportunidades de aprendizagem voltadas para o desenvolvimento profissional dos professores, proporcionando treinamentos e capacitações específicas que abordem o uso efetivo das ferramentas digitais em sala de aula;
- ✓ A promoção de programas de formação para docentes, visando a preparação adequada para lidar com as demandas tecnológicas da educação contemporânea.

Ter um computador com acesso à Internet em um ambiente propício para estudar auxilia na efetiva assimilação dos conhecimentos transmitidos. Se o aluno necessita da ajuda de pais ou tutores para acessar o conteúdo do ensino remoto por meio de um *smartphone*, com conexão limitada e utilizando um ambiente inadequado para o estudo, as chances de absorver os conteúdos serão comprometidas (MATIJASCIC; ROLON, 2023). No Brasil, apesar dos investimentos em conexão com a Internet, computadores, *softwares* e outras ferramentas de TDIC na educação (OCDE, 2021a), quando a Organização Mundial da Saúde (OMS) elevou o status para pandemia (WHO, 2020), muitas escolas enfrentaram a falta de acesso à recursos materiais e à infraestrutura básica (UNESCO, 2019), principalmente escolas públicas de educação básica (INEP, 2020).

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), ao analisar a educação no Brasil a partir de uma perspectiva internacional, constatou que o gasto público por aluno na educação obrigatória em 2017 era significativamente menor do que nos países da OCDE (OCDE, 2019). Mesmo com os gastos públicos reduzidos, a organização inferiu que é possível elevar a eficiência nas despesas e alocação de recursos para obter melhores resultados. Entre as possibilidades apontadas está a utilização de recursos digitais de aprendizagem, por exemplo computadores, *notebooks*, *tablets* e sistemas computacionais voltados para a educação (OCDE, 2021a).

Ao analisar o investimento na educação infantil em 109 países e territórios em desenvolvimento de baixa e média renda, utilizando dados de 2008 a 2019, o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) apontou a necessidade de investir na educação infantil e fortalecer os sistemas de educação pré-primária para alcançar o progresso nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), visando diminuir as desigualdades e impulsionar o crescimento econômico (MUROGA *et al.*, 2020).

Na comparação com os países membros da OCDE e da América Latina, o Brasil está atrás de muitos países na disponibilidade de recursos digitais. De acordo com os dados do *Programme for International Student Assessment* (PISA), nas escolas brasileiras há cerca de dez estudantes por computador e as taxas de transmissão utilizadas para acesso à Internet são inadequadas (PISA, 2018). Nos países da OCDE e da América Latina, a média é de 1,2 e 2,4 alunos para cada computador, respectivamente (OCDE, 2021a). Em paralelo ao relatório sobre o sistema educacional brasileiro, a OCDE divulgou os resultados do estudo *Education Policy Outlook* (OCDE, 2021b) e observou que, apesar dos avanços importantes nas últimas três décadas, os desafios da educação brasileira continuam sendo a igualdade de acesso e a garantia de processos de ensino e aprendizagem de qualidade.

Entre as soluções apontadas para o futuro da educação pós-pandemia de COVID-19, respaldado em experiências internacionais, é indicada a necessidade de melhoria da estrutura física e digital de modo a possibilitar o acesso equitativo, com a concentração em metodologias de ensino. É necessário determinar os elementos que impulsionam as mudanças no ensino e nos métodos de aprendizagem, considerando as novas ferramentas didáticas disponíveis (PISCHETOLA; HEINSFELD, 2018).

TDIC são elementos fundamentais para alcançar os ODS descritos na Agenda Global 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) (KARABETYAN, 2023). Essas tecnologias podem contribuir para a melhoria da sustentabilidade social, ambiental e econômica, pois impactam diretamente no crescimento econômico e no acesso à informação. Além disso, o uso

de TDIC pode levar a melhorias no campo da educação, trazendo benefícios para a sociedade em termos de desenvolvimento social. O entendimento de sustentabilidade adotado neste estudo é o descrito no relatório Brundtland, de 1987, Nosso Futuro Comum, resultado da comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento da ONU. Esse relatório ofereceu uma perspectiva ao introduzir a ideia de sustentabilidade no conceito de desenvolvimento, definindo-o como “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (WCED, 1987).

As experiências vivenciadas nas escolas durante a pandemia podem ser utilizadas como um aprendizado, tendo como exemplo positivo a utilização de TDIC para complementar e enriquecer as aulas ministradas pelos professores. Para além dos recursos digitais, muitas escolas brasileiras, principalmente as públicas e localizadas em regiões mais pobres (INEP, 2020), apresentavam antes da pandemia problemas como falta de serviços de água, luz e esgoto (entre 3% e 6%), falta de cantina (mais de 65%) e infraestrutura precária (aproximadamente 10% relataram ter tetos, pisos, salas de aula e banheiros em condições inadequadas) (OCDE, 2021a).

Libâneo (2012) já alertava sobre o dualismo perverso da escola brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres. A pandemia acentuou ainda mais essa dualidade, aumentando o abismo entre os mais ricos e os mais pobres, que no isolamento social, além de não terem o acesso ao conhecimento, também perderam o acolhimento que recebiam nas atividades presenciais, principalmente, nas escolas de educação básica (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022). O relatório da UNESCO de 2015 chamava a atenção sobre o aumento da desigualdade na educação, atingindo principalmente os mais pobres e desfavorecidos (UNESCO, 2015). Existem grandes disparidades entre ricos e pobres na frequência, na conclusão e na aprendizagem (UNESCO, 2020a).

A ausência de dispositivos computacionais com conexão à Internet e a falta de ambientes adequados para estudo na casa dos alunos acentuaram as disparidades educacionais entre os indivíduos de baixa renda e aqueles mais privilegiados, além de agravar as diferenças regionais no país (IPEA, 2022). No entanto, ocorrem progressos a nível nacional e internacional em várias áreas de pesquisa, incluindo: o impacto da tecnologia na educação (NÚÑEZ-CANAL; OBESSO; PÉREZ-RIVERO, 2022); a necessidade de investimento (ZHANG *et al.*, 2022); transição de emergência para o ensino remoto (IGLESIAS-PRADAS *et al.*, 2021) (SINGH; SING; NERMEND, 2022) (STECULA; WOLNIAK, 2022); exclusão digital (SINGH; SING; NERMEND, 2022); o papel dos professores (NÚÑEZ-CANAL; OBESSO; PÉREZ-RIVERO, 2022) (ZHANG *et al.*, 2022) (IGLESIAS-PRADAS *et al.*, 2021) (SINGH;

SING; NERMEND, 2022) e alunos (VISHNU *et al.*, 2022) no ensino remoto; e o uso de ferramentas TDIC em escolas latino-americanas (AGASISTI; ANTEQUERA; DELPRATO, 2023).

Ademais, ao lado dessas questões, também foram realizados estudos sobre o fortalecimento dos processos de ensino e aprendizagem por meio da transformação digital, usando a tecnologia para uma educação de qualidade (ELGART, 2021) (GOBBI; ROVEA, 2020) (IIVARI; SHARMA; VENTÄ-OLKKONEN, 2020) (NHANTUMBO, 2020), práticas de ensino (ESPINO-DÍAZ *et al.*, 2020) (PRAUN, 2020) (DANIELA *et al.*, 2018) (CHA; PARK; SEO, 2020) (MATETE; KIMARIO; BEHERA, 2023), inovação educacional (WAITE, 2021) (WOOLLISCROFT, 2020), defesa do sistema da escola pública (HARGREAVES, 2021) (MACEDO, 2021), barreiras à implementação de TDIC em instituições educacionais (BUDA, 2020) (FIALHO; NEVES, 2022) (MAGALHÃES, 2021), boas práticas de ensino com TDIC (ALONSO-GARCIA *et al.*, 2019) e comparações internacionais (AGASISTI; ANTEQUERA; DELPRATO, 2023) (ELGART, 2021) (GOBBI; ROVEA, 2020) (IIVARI; SHARMA; VENTÄ-OLKKONEN, 2020) (NHANTUMBO, 2020) (ESPINO-DÍAZ *et al.*, 2020) (PRAUN, 2020) (DANIELA *et al.*, 2018) (CHA; PARK; SEO, 2020) (MATETE; KIMARIO; BEHERA, 2023) (WAITE, 2021) (WOOLLISCROFT, 2020) (HARGREAVES, 2021) (MACEDO, 2021) (BUDA, 2020) (FIALHO; NEVES, 2022) (MAGALHÃES, 2021) (ALONSO-GARCIA *et al.*, 2019) (MA; QIN, 2021).

No entanto, é importante notar que a maioria dessas análises se concentra no ensino superior. Em termos de obstáculos e barreiras, países ricos, como os Estados Unidos, citaram como um desafio garantir o acesso à educação *online* para estudantes em áreas carentes (ELGART, 2021) (SCHWARTZ *et al.*, 2020). Em países em desenvolvimento, como o Brasil, a inclusão de alunos sem acesso adequado a equipamentos computacionais com conexão de Internet de baixa qualidade ou inexistente e formação inadequada de professores para o ensino a distância, foram as principais dificuldades enfrentadas (MAGALHÃES, 2021).

Na revisão da literatura, não foi encontrado nenhum estudo que abordasse a elaboração de um *framework* baseado em redes de Petri para contenção e manutenção do ensino em situações de crise no âmbito das instituições públicas da educação básica brasileira. Nesse cenário, nenhuma pesquisa foi além de identificar a necessidade de mais recursos tecnológicos.

Todos os estudos citados consideram a mudança de método do ensino presencial para remoto com o uso de ferramentas de TDIC em decorrência da pandemia de COVID-19 e os impactos subsequentes no processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, o presente estudo tem poucas semelhanças com os trabalhos anteriores em termos de dados analisados,

metodologia e elaboração do *framework*, e nenhum desses estudos fornece uma análise aprofundada da situação educacional no Brasil. Para preencher essa lacuna, com foco nas escolas públicas brasileiras (77,3% das 178.370 escolas de educação básica em 2021) (MACEDO, 2021), o presente estudo tem como objetivo implementar um *framework* baseado em redes de Petri para a contenção e manutenção do ensino em situações de crise nas instituições de ensino com base nas demandas que surgiram por causa do fechamento das escolas pela pandemia de COVID-19.

1.1 Problematização

A pandemia de COVID-19 teve um impacto profundo na sociedade, impulsionando uma rápida adoção e uso generalizado das TDIC em diferentes áreas, com destaque para a educação. Com o fechamento das escolas houve transformações efetivas que ocorreram nas práticas educacionais e em outros contextos sociais, a mudança repentina para o ensino remoto e a ampla utilização de plataformas e recursos digitais levantaram novas possibilidades e desafios no processo de ensino e aprendizagem. Essas transformações afetaram as dinâmicas de ensino, os métodos pedagógicos, a interação entre alunos e professores, bem como os resultados educacionais. As mudanças promovidas criaram condições estruturais para que esse processo tivesse continuidade, mesmo com o fechamento das escolas. Diante desse cenário, surgiram desafios e oportunidades para garantir que a utilização de TDIC seja sustentável e beneficie a educação e a sociedade de forma ampla e equitativa no pós-pandemia.

Por isso, é preciso enfrentar as barreiras de acesso às tecnologias, garantir a formação adequada de professores para o uso efetivo de TDIC e promover políticas públicas que assegurem recursos financeiros para infraestrutura, manutenção e atualização tecnológica nas instituições educacionais. A reflexão sobre essas questões fundamentais é essencial para orientar o desenvolvimento de políticas públicas e práticas educacionais que visem um futuro sustentável e inclusivo no contexto de TDIC. A pandemia acelerou uma transformação digital na educação, mas é preciso analisar cuidadosamente os impactos, os desafios e as oportunidades para garantir que elas sejam utilizadas de forma eficaz e equitativa, promovendo uma educação de qualidade para todos.

TDIC tiveram um papel essencial na mudança para o ensino remoto, mas é importante ressaltar que existem desvantagens que podem inviabilizar a sua utilização, por exemplo, problemas com o acesso à Internet, a falta de conhecimento na utilização de ferramentas computacionais ou mesmo a falta de ferramentas específicas para determinadas tarefas. Em relação às transformações impulsionadas pela pandemia, estas devem ser duradouras, não

apenas medidas temporárias. Elas devem contribuir efetivamente para uma maior inclusão digital e democratização do acesso às TDIC.

A questão de pesquisa que se pretendeu responder nesta tese é: Como as instituições de ensino públicas brasileiras podem se preparar para a manutenção do ensino em situações de crise?

1.2 Objetivos

Nesta seção serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos da tese.

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um *framework* baseado em redes de Petri para contenção e manutenção do ensino, que poderá orientar ações futuras para o enfrentamento de situações de crise que possam ocorrer nas instituições de ensino públicas.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar os recursos tecnológicos disponibilizados para as instituições públicas de educação básica brasileiras no período pandêmico;
- ✓ Identificar o tipo e a qualidade da conexão à Internet nas instituições públicas de educação básica brasileiras;
- ✓ Identificar boas práticas de utilização de TDIC ao longo da pandemia de COVID-19;
- ✓ Fazer o mapeamento do acesso de TDIC nos domicílios brasileiros;
- ✓ Identificar etapas para a construção de um *framework* para auxiliar as instituições públicas de educação no enfrentamento de situações de crise.

1.3 Justificativa

A pandemia de COVID-19 trouxe inúmeros desafios para a sociedade, afetando diversas áreas, incluindo a educação. Com o fechamento das instituições de ensino e a necessidade de distanciamento social, as instituições de ensino públicas brasileiras tiveram que se adaptar rapidamente com a utilização de TDIC como alternativa para manter a continuidade das atividades educacionais. A escolha pela utilização dos dados do Censo da Educação Básica de 2019 e 2021 (INEP), bem como o Relatório Guia Edutec de 2022 (CIEB), se deu porque eles representam uma importante fonte de dados estatísticos sobre a educação no Brasil, abrangendo

uma ampla gama de informações sobre instituições de ensino, alunos, professores, currículos, infraestrutura, dentre outros aspectos. Isso permite a exploração de diferentes ângulos e aspectos da educação básica no Brasil. Os dados são coletados e mantidos por instituições respeitáveis e confiáveis, o que confere credibilidade aos resultados obtidos a partir desses dados. Em relação ao Censo da Educação Básica, ele é realizado regularmente ao longo dos anos, o que possibilita a criação de séries temporais e análises de tendências, sendo importante para compreender mudanças e evoluções na educação básica. No que se refere ao acesso aos dados, ele é público, permitindo que os pesquisadores possam reproduzir, verificar e expandir os resultados de sua pesquisa.

Essa tese de doutorado se propôs a desenvolver um *framework* baseado em redes de Petri para contenção e manutenção do ensino em situações de crise, e para isto, foi importante analisar os impactos e consequências da adoção de TDIC durante a pandemia, identificando as possíveis mudanças permanentes que podem ocorrer nas práticas de ensino e aprendizagem em instituições de ensino público brasileiras.

A justificativa para essa pesquisa é baseada em três principais razões:

- 1) **Impacto da pandemia na educação:** a pandemia de COVID-19 causou um grande impacto nas instituições de ensino, obrigando-as a adotar soluções tecnológicas para manter o ensino e aprendizagem. A compreensão desses impactos e a análise das estratégias adotadas durante esse período excepcional forneceram informações valiosas sobre como a tecnologia pode ser efetivamente integrada ao sistema educacional. Além disso, a investigação sobre o legado sustentável dessa adoção tecnológica pode fornecer diretrizes para futuras crises que afetem o setor educacional;
- 2) **Potencial transformador de TDIC na educação:** a pesquisa explorou o potencial transformador de TDIC nas práticas de ensino e aprendizagem em instituições de ensino público brasileiras. Ao analisar as experiências dos educadores, alunos e demais envolvidos no processo educacional durante a pandemia, foi possível compreender como essas tecnologias têm sido utilizadas e os impactos que elas têm gerado no engajamento dos alunos, na colaboração entre os pares, na personalização do ensino e em outros aspectos relevantes para o processo educativo. Essa análise crítica permite identificar oportunidades e desafios para a implementação sustentável de TDIC nas instituições de ensino;
- 3) **Contexto brasileiro e relevância social:** a pesquisa se concentrou especificamente nas instituições de ensino público brasileiras, que desempenham um papel

fundamental na educação do país. A análise do contexto brasileiro é relevante para compreender as particularidades desse sistema educacional e as implicações da adoção de TDIC nesse contexto. Além disso, considerando que a educação é um fator crucial para o desenvolvimento social e econômico do Brasil, compreender como as TDIC podem contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e para a redução das desigualdades.

Três critérios fundamentais justificam o tema de pesquisa: importância, originalidade e viabilidade (CASTRO, 2006). A implementação de um *framework* baseado em redes de Petri para a contenção e manutenção do ensino em situações de crise atende a esses critérios, tornando-se um tema atual e relevante e a sua importância reside na conexão com questões cruciais para a sociedade contemporânea.

A pandemia obrigou as instituições de ensino a adotarem TDIC como uma solução emergencial para garantir a continuidade das atividades educacionais. Compreender o impacto dessas tecnologias no contexto das instituições de ensino públicas brasileiras é de suma importância para avaliar a eficácia e o potencial transformador dessas ferramentas no ensino e aprendizagem. Além disso, a pesquisa também aborda a questão da dignidade humana no trabalho, uma vez que a organização e administração adequadas das atividades educacionais podem contribuir para a promoção da dignidade dos envolvidos no processo de ensino.

No que diz respeito à originalidade, é importante ressaltar que a existência de estudos anteriores não invalida a condição de originalidade de uma pesquisa. O presente estudo difere significativamente de trabalhos anteriores na elaboração do *framework*, em termos de dados analisados e metodologia empregada. Além disso, nenhum estudo anterior fornece uma análise aprofundada da situação educacional específica no contexto das instituições de ensino público brasileiras. Portanto, essa pesquisa tem o potencial de preencher uma lacuna existente na literatura, contribuindo para o avanço do conhecimento nessa área. Por fim, a viabilidade do estudo é assegurada pela disponibilidade de recursos e acesso a dados relevantes.

No Brasil, há dados e informações disponíveis sobre a adoção de TDIC durante a pandemia, bem como relatórios e estudos sobre os impactos educacionais dessa transição. Dessa forma, a presente tese atende aos critérios de importância, originalidade e viabilidade. A pesquisa contribuirá para a compreensão dos impactos e consequências dessa adoção tecnológica, fornecendo subsídios para a melhoria do sistema educacional e promovendo a dignidade humana no trabalho educativo. Além disso, ao preencher uma lacuna na literatura existente, a tese abrirá caminho para futuras investigações e debates sobre o tema.

A análise dos impactos e dificuldades enfrentadas pelas escolas, professores e alunos de educação básica é importante para que se possa aprender sobre o processo de enfrentamento da pandemia — e o consequente isolamento social — com o uso de TDIC. Compreender o contexto da pandemia e como ela afetou as instituições públicas de educação básica permite que se possa planejar políticas públicas que permitam a sustentabilidade do uso dos recursos de TDIC. A construção de um *framework* para o enfrentamento da pandemia por parte das escolas públicas de educação básica pode auxiliar em situações pandêmicas futuras por meio do direcionamento de ações que possam ser adotadas em caso de necessidade de isolamento social, melhorando a capacidade de resposta por parte das escolas e dos órgãos governamentais para minimizar as perdas de aprendizagem por parte dos alunos.

Para a Engenharia da Produção, a contribuição trata-se de um instrumento gerencial que pode ser utilizado para a melhoria dos processos educacionais nas situações anteriormente descritas.

1.4 Estrutura da Tese

A realização deste estudo envolveu a aplicação de métodos específicos, com o intuito de abordar de maneira abrangente e aprofundada a temática em questão. Foram adotadas estratégias que permitiram uma delimitação do problema em análise, bem como a condução de observações para posterior interpretação com base nas relações identificadas. Além disso, buscou-se embasar-se de forma sólida nas teorias existentes, a fim de fornecer uma fundamentação consistente para as conclusões alcançadas.

A seguir, detalha-se o conteúdo de cada capítulo:

- ✓ **Capítulo 1 - Contextualização do tema da tese e descrição do problema:** este capítulo apresenta uma visão geral do tema em estudo, fornecendo informações relevantes sobre o problema abordado. Além disso, são estabelecidos os objetivos (geral/específicos) da pesquisa, a problematização, e a justificativa para a sua realização;
- ✓ **Capítulo 2 - Referencial teórico:** neste capítulo são explorados diferentes tópicos que embasam a pesquisa. São abordadas: a evolução na legislação educacional a partir da pandemia, os impactos sofridos pelas instituições públicas de ensino básico em razão da pandemia de COVID-19, a importância da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), a relevância de TDIC na educação e o mapeamento do acesso a essas tecnologias nos domicílios urbanos e rurais do Brasil;

- ✓ **Capítulo 3 – Metodologia:** neste capítulo é descrita a metodologia utilizada na pesquisa. Trata-se de uma abordagem exploratória, com predominância de análise quantitativa dos dados. O capítulo também inclui informações sobre os procedimentos técnicos adotados, configurando-se como um levantamento. Ademais, é apresentada a *Methodi Ordinatio* para a construção da revisão sistemática da literatura e o conceito de Redes de Petri, que foi utilizado para a construção do *framework*;
- ✓ **Capítulo 4 - Resultados:** este capítulo apresenta os principais resultados obtidos na pesquisa. Foram analisados dados relevantes como o Censo da Educação Básica de 2019 e 2021, e o Relatório Guia Edutec de 2022, que oferece um diagnóstico sobre o nível de adoção de tecnologia nas escolas públicas brasileiras;
- ✓ **Capítulo 5 – Discussão:** este capítulo engloba as discussões sobre os resultados encontrados na pesquisa. Foram analisados e interpretados os dados coletados, levando em consideração os objetivos propostos. Além disso, foi elaborado um *framework* baseado em redes de Petri para contenção e manutenção do ensino em situações de crise, com base nos resultados e nas contribuições teóricas apresentadas ao longo da tese;
- ✓ **Capítulo 6 – Conclusões:** neste capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações do estudo. Foram feitas considerações sobre o cenário pós-pandemia de COVID-19, ressaltando a necessidade de promover políticas públicas robustas que garantam a inclusão efetiva e o uso adequado de TDIC na educação brasileira. São destacadas recomendações específicas para o contexto educacional, a fim de melhorar a qualidade do ensino e garantir o acesso equitativo às tecnologias;
- ✓ **Referências:** lista das publicações que foram utilizados como base para a elaboração da presente tese, fornecendo as fontes que embasaram o trabalho de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são explorados diferentes tópicos que embasam a pesquisa. São abordadas a evolução na legislação educacional a partir da pandemia, os impactos sofridos pelas instituições de ensino públicas brasileiras em razão da pandemia de COVID-19, a importância da EDS, a relevância das TDIC na educação, o mapeamento do acesso a essas tecnologias nos domicílios urbanos e rurais do Brasil, e o conceito de redes de Petri, que foi utilizado para a construção do *framework*.

2.1 Evolução na legislação educacional a partir da pandemia

Em 2018, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ministério da Educação (MEC) estabeleceu diretrizes que incorporam as tecnologias, com ênfase na utilização de TDIC e no desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao uso responsável dessas ferramentas. Essa iniciativa visa incentivar a modernização dos recursos e práticas pedagógicas, a fim de capacitar os estudantes com as habilidades e competências necessárias para o século XXI (HOMA-AGOSTINHO; OLIVEIRA-GROENWALD, 2020).

Durante a pandemia, as portarias e pareceres do MEC e do Conselho Nacional de Educação (CNE) foram adaptados para garantir a continuidade das atividades escolares. O parecer CNE/CP Nº 5/2020, aprovado em 28/04/2020 (MEC, 2020c), aborda a flexibilização do calendário escolar. O MEC adotou uma série de medidas para mitigar os impactos da pandemia (MEC, 2020c), tais como:

- ✓ Estabelecimento do Comitê Operativo de Emergência (COE);
- ✓ Implementação de um sistema de monitoramento de casos da doença nas instituições de ensino;
- ✓ Direcionamento dos alimentos da merenda escolar diretamente aos pais ou responsáveis dos estudantes;
- ✓ Disponibilização de cursos de formação para professores e profissionais da educação por meio do Ambiente Virtual de Aprendizado do Ministério da Educação (AVAMEC);
- ✓ Oferta de curso *online* para alfabetizadores no âmbito do programa Tempo de Aprender;
- ✓ Reforço no fornecimento de materiais de higiene nas escolas, utilizando recursos do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE), para serem utilizados no retorno às aulas.

O CNE reconheceu que houve dificuldades para a reposição integral das aulas no calendário de 2020 devido à interrupção das aulas presenciais, o que também impactou os anos de 2021 e 2022. O isolamento social resultou em retrocessos educacionais, especialmente para as famílias de baixa renda e aquelas que vivem em áreas rurais e distantes dos centros urbanos, enfrentando desafios como estresse familiar, aumento da violência doméstica, abandono e evasão escolar.

Em 11 de janeiro de 2023, entrou em vigor a Lei 14.533/23, que instituiu a Política Nacional de Educação Digital (PNED) e introduziu modificações nas Leis nº 9.394/1996 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), 9.448/1997, 10.260/2001 e 10.753/2003 (BRASIL, 2023). Seu objetivo principal é promover a inclusão digital, a educação digital nas escolas, a capacitação e especialização em TDIC, além de incentivar a pesquisa e o desenvolvimento nessas áreas. Essa nova regulamentação abrange a educação básica, englobando a educação infantil, o ensino fundamental, o ensino médio e o ensino superior, tanto em instituições públicas quanto privadas (BRASIL, 2023).

Destaca-se a alteração do art. 4º da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, da LDB, que passou a vigorar da seguinte forma:

Art. 4º XII - educação digital, com a garantia de conectividade de todas as instituições públicas de educação básica e superior à Internet em alta velocidade, adequada para o uso pedagógico, com o desenvolvimento de competências voltadas ao letramento digital de jovens e adultos, criação de conteúdos digitais, comunicação e colaboração, segurança e resolução de problemas.

Parágrafo único. Para efeitos do disposto no inciso XII do **caput** deste artigo, as relações entre o ensino e a aprendizagem digital deverão prever técnicas, ferramentas e recursos digitais que fortaleçam os papéis de docência e aprendizagem do professor e do aluno e que criem espaços coletivos de mútuo desenvolvimento (BRASIL, 2023).

A importância do letramento digital e informacional no desenvolvimento de competências que promovem conexões na sociedade é destacada entre os diversos tipos de letramento. É fundamental compreender que eles são elementos integrados, abrangendo a busca e a utilização de informações em diferentes contextos e formatos. Por meio do desenvolvimento de recursos e estratégias cognitivas, eles lidam com a informação e as tomadas de decisões, permitindo que o indivíduo expanda suas capacidades de agir no mundo, fomentando sua criatividade e inovação (AZEVEDO; GASQUE, 2017).

A PNED abrange uma série de iniciativas que são fundamentais para o avanço da educação digital no Brasil (BRASIL, 2023). Ela é composta por quatro eixos estruturantes, cada um deles com seus objetivos, estratégias prioritárias, definição de obrigações, competências e fontes de financiamento. Esses eixos são os seguintes:

1. **Inclusão digital:** tem como objetivo garantir igualdade de acesso às tecnologias digitais, incluindo todos os segmentos da sociedade, especialmente os vulneráveis. Isso é alcançado por meio de programas que ampliam o acesso à Internet, dispositivos e infraestrutura adequada. As estratégias prioritárias para inclusão envolvem:
 - 1) Promoção de competências digitais;
 - 2) Incentivo ao autodiagnóstico de habilidades digitais e midiáticas;
 - 3) Treinamento em competências digitais;
 - 4) Acesso a plataformas e recursos digitais;
 - 5) Certificação em competências digitais;
 - 6) Infraestrutura de conectividade para fins educacionais (BRASIL, 2023).
2. **Educação digital escolar:** tem como objetivo integrar efetivamente as tecnologias digitais no ambiente escolar para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Isso inclui a formação de professores, adaptação curricular e criação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). O eixo também abrange letramento digital e informacional, tecnologias assistivas, pensamento computacional, cultura digital e direitos digitais. Envolve competências em computação, programação, robótica, *hardware* e ambiente digital baseado na Internet. Possui dez estratégias prioritárias:
 - 1) Desenvolver as habilidades dos alunos;
 - 2) Projetos pedagógicos;
 - 3) Ferramentas de autodiagnóstico;
 - 4) Formação de professores;
 - 5) Inclusão de estudantes com deficiência;
 - 6) Cursos de desenvolvimento de competências digitais;
 - 7) Parcerias e cooperação;
 - 8) Monitoramento do acesso à Internet;
 - 9) Formação de professores em computação e tecnologias emergentes;
 - 10) Uso de tecnologias digitais na formação continuada (BRASIL, 2023).
3. **Capacitação e especialização digital:** tem como objetivo priorizar a capacitação de profissionais da educação, gestores escolares e demais envolvidos no processo educativo para o uso eficiente das tecnologias digitais. Isso é feito por meio de programas de formação contínua, cursos de atualização e especialização, e estímulo à pesquisa e troca de experiências, preparando os indivíduos para o mercado de

trabalho e melhorando as oportunidades de emprego e renda. O eixo possui 12 estratégias prioritárias:

- 1) Identificação de competências digitais essenciais para aumentar as chances de emprego;
 - 2) Promoção do acesso a oportunidades de desenvolvimento de competências em TDIC, incluindo programação;
 - 3) Implementação de uma rede nacional de cursos de competências digitais;
 - 4) Promoção e divulgação de informações sobre competências em demanda no mercado de trabalho;
 - 5) Implantação de programas educacionais e cursos de atualização contínua em competências digitais;
 - 6) Fortalecimento da rede de cursos de mestrado e doutorado em competências digitais;
 - 7) Consolidação de academias e laboratórios especializados em formação em competências digitais;
 - 8) Formação de professores em fundamentos da computação e tecnologias inovadoras;
 - 9) Desenvolvimento de projetos educacionais para desempregados e recém-graduados;
 - 10) Capacitação digital de servidores públicos para combater a falta de competências na administração;
 - 11) Estímulo à criação de *bootcamps* em competências digitais;
 - 12) Criação de um repositório de boas práticas de ensino profissional (BRASIL, 2023).
4. **Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em TDIC:** tem como objetivo incentivar a pesquisa e inovação tecnológica na educação digital, melhorando o ensino e a aprendizagem. Isso inclui parcerias com instituições de pesquisa, estímulo à produção científica e criação de ambientes colaborativos entre pesquisadores e educadores. O eixo também visa o desenvolvimento de tecnologias digitais inclusivas e acessíveis, com estratégias para incentivar a pesquisa científica, parcerias internacionais, compartilhamento de conhecimento e formação de professores em tecnologias digitais na educação (BRASIL, 2023).

Por meio desses eixos estruturantes se busca criar condições favoráveis para o acesso, a utilização e o desenvolvimento de competências no ambiente digital, e o seu principal objetivo é promover a formação integral dos indivíduos e sua inserção na sociedade conectada. Esses eixos representam pilares fundamentais para impulsionar a educação digital no país, pois promovem a inclusão, qualidade e inovação no ambiente educacional. Além disso, refletem a importância de preparar os cidadãos para o mundo digital em constante evolução (BRASIL, 2023).

2.2 A pandemia e as instituições de ensino públicas de educação básica

Durante o período de março de 2020 a outubro de 2021, as escolas permaneceram fechadas em 28% dos dias letivos e parcialmente fechadas em 26% deles. O pico de fechamentos ocorreu em abril de 2020, atingindo 95%. Entre setembro de 2020 e agosto de 2021, as escolas ficaram totalmente ou parcialmente fechadas em metade dos dias letivos. Muitos países classificaram suas escolas como "parcialmente abertas", mesmo quando a maioria delas estava fechada (UNESCO, 2022). Foi necessário fazer modificações nas políticas e práticas para viabilizar as atividades durante o período de isolamento social e, para garantir a continuidade do ensino, o MEC, nas portarias 343 e 345, de março de 2020, autorizou a oferta de ensino remoto por meio de recursos digitais (BORDIN *et al.*, 2020) (MEC, 2020a) (MEC, 2020b). Essa autorização excepcional trouxe desafios de aprendizagem em um novo modelo para instituições de ensino, professores e alunos.

Para construir um futuro próspero e seguro, são necessárias políticas públicas que garantam o apoio adequado à educação, priorizem o uso inteligente das soluções tecnológicas disponíveis, dando atenção especial aos mais vulneráveis, e protejam educadores e alunos (DIAS; PINTO, 2020). No sistema escolar brasileiro, as escolas adotaram medidas para apoiar os alunos durante o fechamento causado pela COVID-19, no entanto não houve uma ação central coordenada pelo governo federal, ressaltando a necessidade de planos educacionais mais sistemáticos e coordenados no país.

Conseqüentemente, é essencial que o sistema educacional brasileiro analise as lições aprendidas com o fechamento das escolas para planejar o ensino remoto em possíveis futuros fechamentos (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023). A educação básica, etapa essencial na formação dos cidadãos, assume um papel central ao disseminar os valores sociais e promover a interação entre diversos agentes sociais (SILVA *et al.*, 2021b). A educação prepara os alunos para a vida adulta, dotando-os de habilidades essenciais para se integrarem

em uma sociedade em que as competências relacionadas à tecnologia são cada vez mais indispensáveis (HOMA-AGOSTINHO; OLIVEIRA-GROENWALD, 2020).

Com a mudança abrupta para o ensino remoto, a comunidade escolar teve que se adaptar a novas ferramentas e formas de ensino e aprendizagem, e essa transição trouxe desafios e dificuldades na utilização de *softwares* e infraestrutura de rede. A falta de experiência prévia no uso de ferramentas voltadas para essa modalidade de ensino gerou angústia e preocupação tanto para professores quanto para alunos. Foi necessário investir na capacitação dos professores para o uso de ferramentas computacionais, além de fornecer suporte para a adaptação dos sistemas de trabalho. As tecnologias estão sendo adotadas na mediação dos processos educacionais, porém muitas vezes com foco exclusivo na formação técnica, negligenciando aspectos pedagógicos. Isso acaba excluindo estudantes que não têm acesso adequado a essas tecnologias. Nesse contexto, é crucial refletir sobre o conceito de inclusão digital na atualidade, a fim de compreender o significado de ser excluído digitalmente em um contexto de isolamento social (MARCON, 2020).

No Brasil, a interação entre comunicação e educação é regulada por dispositivos e projetos legais, mas o crescimento dos meios tecnológicos e sua inclusão nas escolas ainda não tiveram impacto significativo nas práticas pedagógicas institucionalizadas. Vários fatores podem ser identificados para explicar essa falta de inclusão completa, sendo um deles a falta de formação dos professores da educação básica no uso das tecnologias disponíveis. A falta de atualização dos professores cria um descompasso entre o avanço tecnológico e as práticas pedagógicas adotadas nas escolas (SILVA *et al.*, 2021a).

Os professores sempre tiveram um papel importante na disseminação do conhecimento às novas gerações. Atualmente, eles enfrentam desafios significativos em sua prática pedagógica, especialmente devido à velocidade das mudanças geracionais, à dinamicidade das crianças e aos constantes desafios desse processo (DEFFAVERI; MÉA; FERREIRA, 2020). No contexto da educação remota, a aprendizagem envolve a capacidade de relacionar informações de maneira crítica, com uma perspectiva global e voltada para a solução de problemas significativos. O conhecimento é visto como uma ferramenta para compreender e intervir na realidade, e nesse contexto, o professor desempenha um papel ativo no processo de aprendizagem dos alunos, criando situações desafiadoras que introduzem novas informações e promovem o avanço na compreensão da realidade (BRITO *et al.*, 2020).

A transição para o ensino remoto apresentou desafios no engajamento da comunidade acadêmica e das famílias. Um dos principais pontos de mudança foi a falta de interação direta entre professores e alunos na sala de aula presencial. O professor desempenha um papel central,

orientando e indicando as atividades nas disciplinas e essa interação direta foi quebrada, afastando a sinergia que ocorria na sala de aula. Devido à falta de supervisão direta, os alunos da educação básica tiveram que assumir uma responsabilidade maior e se auto motivar para realizar suas atividades, demonstrando limitações para participar plenamente das atividades *online*, afetados não apenas pela falta de habilidades técnicas, mas também pelas circunstâncias atuais (GALIZIA *et al.*, 2022). Uma das dificuldades mais comuns entre os alunos foi estabelecer uma rotina de estudo, pois as distrações e a falta de um local específico para estudar acabaram prejudicando o processo de ensino e aprendizagem.

Desse modo, as instituições educacionais devem ser capazes de aprender com a experiência de cada um durante a pandemia e transformar as atividades de aprendizagem para o futuro. O ensino mediado pelas tecnologias foi necessário devido ao cenário de isolamento causado pela pandemia, porém é importante considerar que esse tipo de ensino requer mudanças nas estruturas tradicionais da escola (GALIZIA *et al.*, 2022).

A capacitação e a competência digital dos professores foram essenciais para a adaptação ao ensino remoto, como indicado por Nascimento (2020). Aqueles que já possuíam habilidades digitais e estavam familiarizados com o uso de recursos tecnológicos no contexto educacional estavam mais preparados quando as escolas precisaram fechar, podendo se adaptar melhor ao ensino remoto. Por outro lado, os professores que não possuíam competência digital enfrentaram muitos desafios ao terem que se adaptar rapidamente às novas tecnologias e adquirir conhecimentos e habilidades para o ensino *online*. A falta de familiaridade com as ferramentas digitais e a ausência de oportunidades de formação específica foram fatores limitantes para esses professores. A competência digital e as oportunidades de formação desempenharam um papel crucial na capacidade dos professores de se adaptarem ao ensino remoto.

No que diz respeito à implementação de ferramentas tecnológicas para apoiar as atividades remotas, algumas instituições contam com equipes de Tecnologia da Informação (TI) que desenvolvem, implementam ou utilizam ferramentas existentes para a comunidade acadêmica. O Decreto 9.057 de 25 de maio de 2017, art. 1º, reconhece a Educação a Distância (EAD) como uma modalidade educacional em que a mediação didático-pedagógica ocorre por meio de recursos e TDIC, com pessoal qualificado, políticas de acesso, acompanhamento e avaliação compatíveis (BRASIL, 2017). Durante a pandemia, apenas 31% das crianças matriculadas em escolas públicas tiveram acesso a computadores ou *tablets*, e aulas síncronas, em que todos os participantes estão *online* simultaneamente, foram mais exceção do que regra. Esses desafios tiveram um impacto significativo na dinâmica do ensino remoto no país

(STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023). No Brasil, pouco se sabia das preocupações dos alunos em relação à mudança para a aprendizagem remota e ao impacto real dessa mudança no ensino, gerando dúvidas entre os estudantes (PELOSO *et al.*, 2020). Foi necessário fazer um levantamento das informações pessoais e dos sentimentos das pessoas em relação à pandemia e à transição para o ensino remoto, bem como avaliar o impacto dessa modalidade no desempenho dos alunos.

As instituições de ensino públicas brasileiras tiveram que implementar rapidamente alternativas de educação remota e uma das formas encontradas para manter os alunos engajados foi a implementação de um modelo de ensino e aprendizagem utilizando plataformas educacionais *online* (ALVES *et al.*, 2021). O uso dessas plataformas, aliado à contextualização dos conteúdos, auxiliou no aprendizado e melhorou as habilidades de aplicação dos alunos no dia a dia, especialmente no contexto da pandemia. Isso indica que a educação exigiu adaptações e uma abordagem diferente das aulas. Além disso, essa prática pode ter um impacto na vida cotidiana dos alunos, influenciando suas decisões e práticas.

A formação continuada para o uso de tecnologias digitais em tempos de pandemia, devido às demandas do ensino remoto e do isolamento social, requer programas que promovam a reflexão crítica, por meio do diálogo pedagógico e da apropriação tecnológica, permitindo o domínio das tecnologias emergentes e, acima de tudo, promovendo a aprendizagem e a emancipação dos estudantes nesse contexto pandêmico (SANTO; LIMA, 2020). A humanização e a interação são elementos essenciais na relação entre estudantes e professores, não apenas no ensino presencial, mas também no ensino remoto, desde que seja de qualidade. Os docentes devem estar bem capacitados, ter acesso à Internet e contar com a estrutura necessária para gravar suas aulas.

Nesse contexto, não basta ter conhecimento específico da área para ser professor no ambiente virtual, ou ter didática apenas para o ensino presencial, é necessário desenvolver uma abordagem pedagógica voltada para o ensino remoto. Durante a pandemia, houve a necessidade de adaptação por parte dos professores para mudar as práticas pedagógicas, a fim de cumprir o calendário escolar. No entanto, verificou-se que possuir apenas um *smartphone* não era suficiente para que os alunos pudessem assistir às aulas síncronas de forma adequada (TORRES; CASAGRANDE, 2022).

Segundo Azevedo e Gasque (2017), o letramento digital e informacional são processos essenciais na sociedade atual, promovendo experiências sinestésicas. Indivíduos que possuem letramento digital estão mais propensos a participar ativamente da construção coletiva de habilidades e processos de aquisição de conhecimento, resultando em motivações pessoais e

coletivas. O letramento digital envolve a capacidade do indivíduo de lidar com o mundo digital, enquanto o letramento informacional diz respeito ao desenvolvimento das competências necessárias para fazer uso crítico das informações disponíveis em diferentes formatos e canais (impressos/eletrônicos), buscando promover um equilíbrio entre o uso de recursos tradicionais e digitais no processo de aprendizagem (AZEVEDO; GASQUE, 2017). A tecnologia tem o potencial de disponibilizar ferramentas necessárias para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, permitindo sua adaptação às necessidades individuais de cada estudante (HOMA-AGOSTINHO; OLIVEIRA–GROENWALD, 2020).

No entanto, a pandemia levou a uma precarização da profissão de professor, devido à ausência de suporte adequado para a realização das atividades docentes nas redes de ensino. Isso se deve, principalmente, à falta de conhecimento adequado em tecnologias digitais, à falta de formação prévia na área de informática ou simplesmente à falta de conexão com a Internet (SANTOS; LACERDA, 2022). O trabalho remoto não foi o único responsável pelo aumento da intensidade do trabalho dos professores, mas ampliou a sobrecarga de tarefas, transformando as residências dos professores em salas de aula e levando a uma insatisfação no trabalho (SILVA *et al.*, 2021b).

A educação precisa ser repensada em outras instâncias, sem limitações absolutas de tempo e espaço. É necessário se reinventar, modificar as aulas, rever os planejamentos, buscar novas metodologias, aprender a aprender e continuar aprendendo. Entretanto, uma dificuldade surge: como lidar com as ferramentas de tecnologia digital para lidar com esse novo cenário, sem a formação adequada e o domínio dessas ferramentas? Muitos professores têm um conhecimento básico de tecnologia, mas até o início da pandemia, não havia uma necessidade urgente de aprender a dominar e adaptar as aulas às plataformas digitais. Não se trata apenas de transpor as práticas pedagógicas do ambiente presencial para o virtual, pois o ensino remoto possui especificidades que não podem ser ignoradas, exigindo dos professores formação em tecnologias digitais. Os sintomas de exaustão profissional podem ter um impacto significativo no sistema educacional, agravando os problemas relacionados ao desgaste dos professores. Isso pode resultar em consequências físicas, emocionais e sociais, levando a uma diminuição no desempenho profissional e resultados adversos no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (RAMOS *et al.*, 2023).

Uma pesquisa realizada em duas fases envolvendo professores da educação básica teve como objetivo examinar o impacto psicológico causado pelo trabalho remoto (TROIINHO *et al.*, 2021). Questões como carga de trabalho, gênero, responsabilidades domésticas e experiência prévia foram abordadas. Os resultados obtidos mostraram que o trabalho remoto

emergencial teve efeitos significativos de ansiedade e estresse nos professores, variando de acordo com a experiência prévia de cada um. Mulheres apresentaram níveis de resposta mais elevados em comparação aos homens, influenciado pela quantidade de trabalho doméstico realizado por elas. Fatores como desigualdade no acesso à tecnologia, sobrecarga de trabalho e ausência de interações presenciais contribuíram para um elevado nível de estresse emocional (RAMOS *et al.*, 2023). Os professores enfrentaram dificuldades e desafios em suas funções docentes, resultando em impactos negativos em sua saúde emocional e física, abrangendo aspectos subjetivos e objetivos. Aspectos subjetivos incluem medo de perder o emprego, apreensão de não conseguir lidar com as demandas, sensação de frustração e sobrecarga de trabalho devido à percepção de falta de domínio das tecnologias utilizadas no ensino remoto. Por outro lado, o aumento significativo no tempo dedicado ao trabalho devido à adoção do ensino remoto é um exemplo de aspecto objetivo.

Os professores relataram problemas físicos como dores nas mãos, edemas nos pés, desconforto lombar e fadiga visual. Em termos de saúde emocional, eles enfrentaram insônia e pressão alta (BICALHO *et al.*, 2023). Uma pesquisa envolvendo mais de 20 mil professores de 165 países revelou que 39% deles relataram sofrer impactos físicos, mentais e emocionais da pandemia. Por outro lado, 50% afirmaram sentir-se mais entusiasmados com sua vocação. Essa crise levantou questões sobre as mudanças necessárias na formação dos professores, abordando não apenas o conhecimento tecnológico, mas também as novas necessidades socioemocionais e acadêmicas dos estudantes (UNESCO, 2022).

A profissão de professor implica em assumir uma responsabilidade complexa, que é formar crianças e jovens para uma sociedade em constante mudança (DEFFAVERI; MÉA; FERREIRA, 2020). Eles compartilharam suas inseguranças relacionadas às novas técnicas para as aulas remotas, como gravação de vídeos, *podcasts* e elaboração de materiais didáticos. Nesse contexto, a formação na área tecnológica se torna crucial, pois as tecnologias têm se apresentado como importantes aliadas na busca por soluções para o trabalho remoto, videoconferências e ferramentas de trabalho colaborativas. A mudança para o ensino remoto exigiu o desenvolvimento de novas habilidades e as instituições de ensino tiveram que se adaptar ao novo formato do ensino (BORDIN *et al.*, 2020).

Diante da impossibilidade de realizar aulas presenciais, foi necessário desenvolver novas abordagens metodológicas para dar continuidade aos conteúdos de sala de aula, utilizando aulas remotas e estratégias de ensino emergenciais (BASTOS *et al.*, 2022). Segundo as pesquisas realizadas por Villas-Bôas *et al.* (2023), durante a crise da pandemia de COVID-19, não surgiu uma nova figura docente, mas houve uma maior visibilidade da figura já

existente. Essa figura, segundo os professores, não é reconhecida de maneira suficiente, em relação às suas atividades, por isso se faz necessário um maior reconhecimento. Portanto, é essencial que os professores se atualizem nas práticas de ensino para lidar com conceitos, modelos e funções emergentes, causados pelas mudanças nos processos educacionais devido às tecnologias digitais (SILVA; JEREZ, 2020).

O investimento público em educação e infraestrutura escolar nos municípios brasileiros, conforme observado por Vasconcelos *et al.* (2021), desempenha um papel significativo no desempenho escolar dos alunos. É fundamental que os estudantes tenham acesso a um ambiente propício para a aprendizagem, pois seu desempenho não depende apenas de seu esforço individual, mas também das condições oferecidas pela escola. É responsabilidade do poder público fornecer os recursos necessários para que as escolas possam desempenhar suas atividades com qualidade.

O Brasil é um país marcado por profundas desigualdades sociais e econômicas, cujas consequências são evidentes em diversos aspectos. No primeiro trimestre de 2023, a taxa de desemprego atingiu a marca de 8,8% da população brasileira, representando cerca de 9,4 milhões de pessoas desocupadas (IBGE, 2023). É importante ressaltar que esse indicador reflete apenas parte da complexa realidade brasileira, uma vez que o país apresenta uma ampla gama de desigualdades regionais, raciais, de gênero e de acesso a serviços essenciais. Essas desigualdades se manifestam não apenas nos aspectos econômicos, mas também na distribuição de recursos, oportunidades e no acesso a direitos fundamentais. As mudanças provocadas pela pandemia aumentaram a desigualdade educacional, evidenciando as disparidades de acesso à educação, principalmente para alunos de famílias de baixa renda e de áreas rurais, que enfrentaram maiores dificuldades no uso de equipamentos computacionais e acesso à Internet. Alguns municípios não obtiveram sucesso na implementação de estratégias abrangentes para manter o aprendizado e o engajamento dos alunos com a escola, resultando em perdas de aprendizagem em todas as faixas etárias, sendo mais significativas para aqueles que não tinham acesso a esses recursos (MATIJASCIC; ROLON, 2023).

O Banco Mundial, o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) apresentam um caminho para a recuperação e a aceleração na América Latina e no Caribe, fornecendo orientações claras aos formuladores de políticas educacionais para a tomada de medidas que garantam a recuperação da aprendizagem, conforme visualizado na figura 1.

Figura 1 - Caminho para a Recuperação e a aceleração da aprendizagem na América Latina e Caribe



Fonte: BANCO MUNDIAL (2022, p. 08)

As estratégias recomendadas trazem com clareza as políticas de retorno às aulas e a recuperação das perdas de aprendizagem. O objetivo do retorno às aulas presenciais é permitir que todos aqueles que frequentavam a escola antes da pandemia pudessem retornar e concluir seus estudos, a fim de eliminar a evasão. É importante lembrar que certas competências dependem das aulas presenciais para serem desenvolvidas. Portanto, após a pandemia, foi necessário realizar a recuperação da aprendizagem com o fito de corrigir as perdas ocorridas. Para recuperar as perdas de aprendizagem e possibilitar a aceleração do aprendizado, foi necessário implementar um conjunto de ações que abordaram os desafios psicossociais desencadeados, bem como resolver a lacuna digital. Além disso, é fundamental apoiar o desenvolvimento dos docentes e dirigentes e disponibilizar recursos adequados às necessidades das escolas (BANCO MUNDIAL, 2022).

As prioridades apresentadas pelo Grupo Banco Mundial, UNESCO e UNICEF, relacionadas ao retorno à escola e à recuperação das perdas de aprendizado, requerem a implementação dos seguintes compromissos (BANCO MUNDIAL, 2022):

1. Garantir que nenhum aluno fique atrasado e/ou abandone a escola;
2. Priorizar o desenvolvimento das habilidades básicas e promover níveis apropriados de formação de capital humano ao longo do processo;
3. Valorizar e apoiar os professores;
4. Fornecer apoio e financiamento adequados.

Essas medidas são essenciais para garantir que todos os alunos tenham a oportunidade de recuperar o aprendizado perdido e promover o desenvolvimento educacional de forma efetiva, conforme pode ser verificado na figura 2.

Figura 2 - Os quatro compromissos da recuperação da educação na América Latina e no Caribe

Escolaridade: Não deixar ninguém ficar atrasado e evitar evasões	Aprendizagem e bem-estar: Recuperar e aprimorar as habilidades básicas e o bem-estar	Professores: Valorizar e apoiar os professores	Apoio e financiamento: Colocar a recuperação no topo da agenda pública
<ul style="list-style-type: none"> • Reabrir todas as escolas de maneira sustentável. • Apoiar campanhas de Informação Inclusivas sobre a matrícula escolar, Implantar programas de transferência de renda e garantir que os materiais de aprendizagem, informações e serviços sejam acessíveis para todos, especialmente os mais vulneráveis. • Implementar sistemas de alerta preventiva para identificar e monitorar os alunos que correm risco de evadir e abandonar a escola. • Abordar a saúde psicossocial e o bem-estar dos estudantes, • Abordar as lacunas digitais com foco na conectividade, habilidades digitais e capacidade institucional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidar currículos com foco nas habilidades básicas (e transferíveis). • Medir níveis de aprendizagem com avaliações somativas e formativas. • Intensificar iniciativas e programas para recuperar as perdas de aprendizagem. Foco no ensino e no nível do aluno e aproveitar estratégias e programas pré-existentes e novos. • Abordar a saúde psicossocial e o bem-estar dos estudantes. • Abordar as lacunas digitais com foco na conectividade, habilidades digitais e capacidade institucional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abordar as lacunas de recursos humanos e fortalecer o desenvolvimento profissional dos professores. • Reforçar as habilidades pedagógicas e digitais dos professores. • Apoiar a saúde e o bem-estar dos professores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Financiar os protocolos de segurança das escolas, atualizações digitais e todos os programas e medições em escala. • Mobilizar várias partes interessadas nas iniciativas de fornecimento e financiamento • Buscar ganhos de eficiência no uso e alocação dos recursos por meio de melhores dados, inovações tecnológicas e reformas institucionais para o aprimoramento da prestação de serviços.

Fonte: BANCO MUNDIAL (2022, p. 09)

A figura 2 destaca os quatro compromissos fundamentais para a recuperação da educação na América Latina e no Caribe, frente aos desafios trazidos pela pandemia de COVID-19. Esses compromissos são essenciais para garantir uma educação de qualidade e inclusiva para todos os estudantes da região. Sua implementação requer a participação ativa de governos, instituições educacionais, professores, famílias e sociedade em geral. Ao cumprir esses compromissos, os sistemas educacionais poderão superar as dificuldades atuais e avançar em direção a uma transformação educacional sustentável, promovendo o desenvolvimento integral da região (BANCO MUNDIAL, 2022).

2.3 Educação para o Desenvolvimento Sustentável

Com o avanço da interconectividade global, surgiram soluções como a EDS e a Educação para a Cidadania Global (ECG). Durante a pandemia, os sistemas educacionais revelaram deficiências ao buscar valores de solidariedade e multilateralismo, evidenciando a crescente desigualdade dentro e entre os países e gerando questionamentos morais (UNESCO, 2022). No contexto do sistema educacional brasileiro, houve esforços para melhorar os resultados de aprendizagem, mas ao mesmo tempo, aprofundaram-se as desigualdades educacionais enfrentadas por muitos alunos. Diante da resposta à pandemia e da necessidade

de recuperação do fechamento das escolas, foi necessário considerar tanto as prioridades imediatas quanto as reformas estruturais de longo prazo.

Com base na realidade do sistema educacional brasileiro e nas lições aprendidas por outros sistemas que enfrentaram o desafio de reabrir as escolas e recuperar a aprendizagem, destacam-se três prioridades que exigiram ação política imediata:

- ✓ **Investimento em educação:** estabelecer uma estratégia nacional mais consistente para a recuperação da aprendizagem. Países que investem em educação obtêm melhores resultados educacionais, o que envolve a destinação de recursos adequados para infraestrutura escolar, qualificação de professores, materiais didáticos e tecnologias educacionais;
- ✓ **Valorização do professor:** apoiar os educadores no desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos, aproveitando as novas prioridades e abordagens de ensino. Países que valorizam e investem na formação dos professores têm resultados mais positivos. Isso inclui oferecer oportunidades de capacitação, estabelecer critérios rigorosos para a seleção de professores e criar condições de trabalho favoráveis;
- ✓ **Equidade:** abordar urgentemente as lacunas de aprendizagem para minimizar as perturbações nas trajetórias educacionais dos estudantes. Países que adotam políticas educacionais voltadas para a equidade têm como objetivo reduzir as desigualdades educacionais entre os estudantes. Isso envolve a implementação de programas de educação inclusiva, oferta de suporte adicional aos estudantes em situação de vulnerabilidade e promoção de oportunidades iguais de aprendizado para todos.

A OCDE tem desempenhado um papel importante na análise e identificação de boas práticas em políticas educacionais implementadas por diferentes países, com o objetivo de promover a excelência educacional e a equidade. É importante ressaltar que a implementação dessas práticas requer um compromisso contínuo por parte dos governos e das partes interessadas no sistema educacional, visando garantir uma educação de qualidade para todos os estudantes.

2.4 Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

Os avanços tecnológicos têm proporcionado ao ser humano uma ampla gama de recursos e possibilidades para melhorar e facilitar sua experiência em comunicação e obtenção de informações. Dispositivos como computadores, *notebooks*, *laptops*, *tablets* e *smartphones*, têm desempenhado um papel fundamental nesse processo (BRANDÃO; SILVA, 2018). Esses recursos tecnológicos servem como suporte para várias áreas da sociedade humana e desempenharam um papel importante durante a pandemia, fornecendo ferramentas para que o ensino remoto pudesse substituir o ensino presencial, mesmo que temporariamente. No entanto, é importante distinguir o uso de tecnologias em sala de aula da criação de uma comunidade de aprendizes.

Os professores desempenham um papel importante ao decidirem utilizar as TDIC em sala de aula com o objetivo de orientar as atividades de ensino e promover a autonomia dos alunos (PISCHETOLA; HEINSFELD, 2018). A utilização das TDIC em sala de aula pode influenciar significativamente a interação entre professores e alunos, aumentando o nível de participação nas atividades. Os professores reconhecem o uso das TDIC como um suporte eficaz no processo de ensino e aprendizagem, melhorando a organização e a visualização de diversos temas, além de contribuir para questões fundamentais, como a motivação dos alunos, o desenvolvimento de habilidades colaborativas, a interdisciplinaridade e a realização de atividades de pesquisa, entre outros benefícios (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

As TDIC viabilizam a condução de aulas de maneira mais dinâmica, interativa e colaborativa, no entanto, essa abordagem requer uma reavaliação das estratégias pedagógicas preexistentes, constituindo um desafio para os educadores, que é integrar aos métodos tradicionais de ensino e aprendizagem os recursos proporcionados por elas (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020). Elas representam uma oportunidade para aprimorar o exercício da docência, embora seja crucial reconhecer a existência de desafios à sua implementação no cenário educacional, implicando na necessidade de capacitação, adoção de abordagens pedagógicas renovadas e a compreensão aprofundada do potencial educacional dessas tecnologias no contexto educacional (ROSA; CECÍLIO, 2020).

A crescente influência das TDIC força uma reflexão sobre como elas estão se solidificando em nosso cotidiano, se tornando essencial na esfera da educação formal, conseqüentemente, permitindo que os professores possam contribuir para uma abordagem mais abrangente e dinâmica da aprendizagem (CANI *et al.*, 2020). À medida que as TDIC se tornam

mais importantes e ganham uma presença cada vez maior, torna-se imprescindível considerar abordagens que as integrem de maneira substancial no ambiente de aprendizado do aluno (CARVALHO; PIZZOL; RODRIGUES, 2020).

A discussão sobre o conhecimento necessário para a formação de professores tem sido ampliada no mundo contemporâneo, especialmente nas últimas décadas, devido à presença das TDIC. Inicialmente, as preocupações estavam centradas no uso dessas tecnologias pelos professores para ensinar as novas gerações, que já nasciam em um mundo influenciado pelos avanços tecnológicos. No entanto, as TDIC também se tornaram um meio de formação inicial e continuada de professores, por meio do ensino remoto, com um significativo aumento na oferta de cursos pelas instituições de ensino (MENEZES, 2014). Isso requer a adoção de novas estratégias pedagógicas para promover o desenvolvimento educacional. É importante formar comunidades profissionais bem capacitadas, visando fortalecer a capacidade de cada aluno nas instituições educacionais.

As tecnologias educacionais possibilitam a implementação de novas práticas de ensino, mas os professores devem possuir habilidades e conhecimentos dos recursos necessários para sua utilização. Isso impactará o aprimoramento do conhecimento, tornando-os capazes de aplicar essas práticas de forma eficaz (CAMARGO; FERNÁNDEZ, 2021). É fundamental analisar como os professores estão incorporando os recursos digitais nas atividades de ensino e aprendizagem. Isso é crucial no processo formativo, principalmente nos primeiros anos de escolaridade, para preparar as novas gerações para uma participação ativa na sociedade digital (SANTOS *et al.*, 2022). No entanto, a simples incorporação de tecnologias digitais na educação não garante automaticamente uma aprendizagem significativa ou inovadora. Essas tecnologias não são capazes, por si só, de criar automaticamente contextos e oportunidades de aprendizagem, revelando desafios relacionados à integração das tecnologias digitais (VIVANCO; GOROSTIAGA, 2017).

A prática dos professores é impactada pela necessidade de lidar com novas abordagens metodológicas e com a linguagem que os alunos já estão familiarizados. Entretanto, eles só perceberão a necessidade de adaptar e incorporar as TDIC como recursos pedagógicos por meio de uma reflexão sobre sua própria prática. Essa reflexão é importante, pois não basta apenas desejar fazer modificações ou introduzir recursos tecnológicos na sala de aula, é essencial que os profissionais questionem sua prática, metodologia e os recursos que estão sendo utilizados ou não em sala de aula (RODRIGUES; SANTOS, 2019).

As medidas adotadas nas instituições de ensino públicas brasileiras tiveram que buscar soluções para continuar desenvolvendo suas atividades, exigindo adaptações para a nova

realidade. As aulas expositivas-dialogadas ministradas presencialmente pelos professores tiveram que dar lugar ao AVA, com atividades síncronas/assíncronas, utilizando conexão à Internet. Atualmente, a infraestrutura de telecomunicações no Brasil conta com tecnologias avançadas na utilização de redes móveis (4G/5G) e nos meios guiados com a utilização de fibras ópticas, fornecendo conexões com altas taxas de transmissão e baixo atraso. Isso é necessário para a utilização de *streaming* de vídeo/voz, amplamente utilizadas nas atividades de ensino remoto. O uso das TDIC pode estimular o desenvolvimento de comportamentos criativos, mas é essencial que sejam aplicadas adequadamente, levando em conta o contexto e os objetivos a serem alcançados, sendo fundamental preparar os educadores para utilizar essas ferramentas de maneira intencional (VILARINHO-REZENDE *et al.*, 2016).

Apesar dos avanços tecnológicos, os recursos computacionais nem sempre se encontram acessíveis a todos, por exemplo o acesso à Internet, que é um elemento fundamental em um mundo cada vez mais digitalizado, o que exerce impactos sobre o cenário educacional (BRANCO; ADRIANO; ZANATTA, 2020). Segundo Silva e Jerez (2020), existem determinantes socioeconômicos que impactam o acesso à Internet nos domicílios brasileiros. De acordo com o estudo, a recessão brasileira teve um impacto negativo significativo nas taxas de acesso, ressaltando a importância da escolaridade e renda na determinação da conexão à Internet. O aumento do desemprego e a queda do PIB reduzem a capacidade das famílias de manter o acesso às TDIC. É crucial reconhecer que, no século XXI, o acesso à Internet é um meio essencial para obter informações e um direito fundamental em muitos países. As instituições de ensino públicas brasileiras utilizaram a infraestrutura da Internet para disponibilizar os recursos utilizados nas aulas remotas, permitindo que os alunos pudessem acessar os recursos disponibilizados pelos professores.

Ao utilizar a Internet, é essencial considerar aspectos como segurança, privacidade e ética e o seu acesso pode expor os alunos a conteúdos infectados por vírus, *trojans* e outros *softwares* maliciosos, resultando na perda de arquivos e invasão de privacidade. É fundamental que os alunos tomem medidas de segurança para se protegerem desses problemas, como a utilização de *softwares* antivírus e *firewalls*. Muitos governos têm implementado políticas e programas para garantir o acesso à Internet nas escolas públicas, por meio da instalação de redes locais e estabelecimento de parcerias com provedores de Internet. Essas iniciativas incluem o fornecimento de computadores e dispositivos para a criação de laboratórios práticos dentro das escolas. No entanto, nem todas as escolas públicas possuem recursos suficientes para oferecer laboratórios de computadores e acesso à Internet de qualidade, devido à falta de infraestrutura física e recursos financeiros limitados para aquisição de equipamentos e conexões. Como

resultado, o acesso à Internet nas escolas públicas varia consideravelmente entre regiões e áreas (rural/urbana).

Destarte, a falta de acesso ou conexões com baixa taxa de transmissão pode contribuir para a desigualdade educacional, limitando as oportunidades dos alunos de utilizar recursos computacionais *online*. Para solucionar essa questão, é fundamental que governos, órgãos educacionais e comunidades se empenhem na instalação de laboratórios práticos com computadores, *notebooks* e *laptops*, bem como no fornecimento de acesso à Internet nas escolas. Isso requer investimentos financeiros em infraestrutura, visando garantir um acesso equitativo para todos os alunos e promover a inclusão digital. É necessário um esforço conjunto para superar as barreiras e proporcionar igualdade de oportunidades no uso das TDIC no ambiente educacional.

Entre os diversos *softwares* utilizados como ferramentas computacionais de apoio ao ensino remoto, pode-se citar o *Zoom*, Microsoft *Teams*, *Skype*, *Cisco Webex* e *Google Meet*, que permitiram a realização de aulas síncronas por meio de *streaming* para a criação de salas de aula virtuais. As ferramentas *Dropbox* e *Google Drive* foram utilizadas para armazenar os conteúdos das disciplinas, utilizando serviços de armazenamento em nuvem para que fosse possível acessar os conteúdos trabalhados na sala de aula *online*.

2.5 Mapeamento: acesso às TDIC nos domicílios urbanos e rurais do Brasil

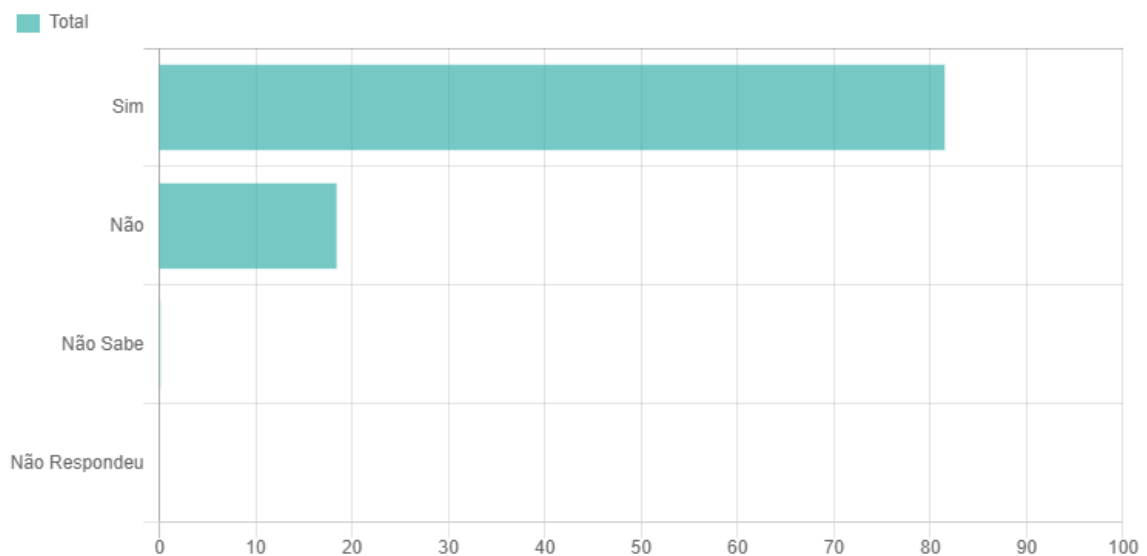
O Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) tem como responsabilidade estabelecer diretrizes estratégicas para o uso e desenvolvimento da Internet no país, incluindo o registro de nomes de domínio, alocação de endereços *Internet Protocol* (IP) e administração do domínio de primeiro nível (CGI.br, 2021). Anualmente, o CGI.br realiza uma pesquisa com o objetivo de mapear o acesso à TDIC nos domicílios urbanos e rurais do Brasil, além de investigar como essas tecnologias são utilizadas por pessoas com dez anos de idade ou mais. Essa pesquisa desempenha um papel fundamental ao proporcionar uma compreensão real do acesso à Internet e do uso de tecnologias pelos brasileiros, fornecendo dados atualizados e detalhados sobre a infraestrutura de conexão, os dispositivos nos domicílios e o uso da Internet em diferentes regiões do país. Por meio desses dados é possível identificar lacunas no acesso à Internet e desigualdades socioeconômicas, o que contribui para a formulação de políticas públicas e o direcionamento de investimentos para promover uma inclusão digital mais ampla.

Os resultados dessa pesquisa permitem uma compreensão aprofundada dos desafios enfrentados por famílias, escolas e comunidades no acesso à Internet e no uso de tecnologias,

especialmente durante períodos críticos como a pandemia de COVID-19, na qual o ensino remoto se tornou essencial. Além disso, a pesquisa também desempenha um papel crucial no monitoramento e avaliação de iniciativas voltadas para a promoção da inclusão digital e o desenvolvimento de estratégias para melhorar a conectividade.

Nesta seção, serão abordados aspectos relevantes da infraestrutura disponibilizada para escolas, professores e alunos, os quais desempenharam um papel crucial na implementação e transição para o ensino remoto emergencial durante a pandemia de COVID-19. Para embasar essa análise, serão utilizados os dados da pesquisa do CGI.br realizada em 2021. A figura 3 indica os domicílios com acesso à Internet.

Figura 3 - Domicílios com acesso à Internet



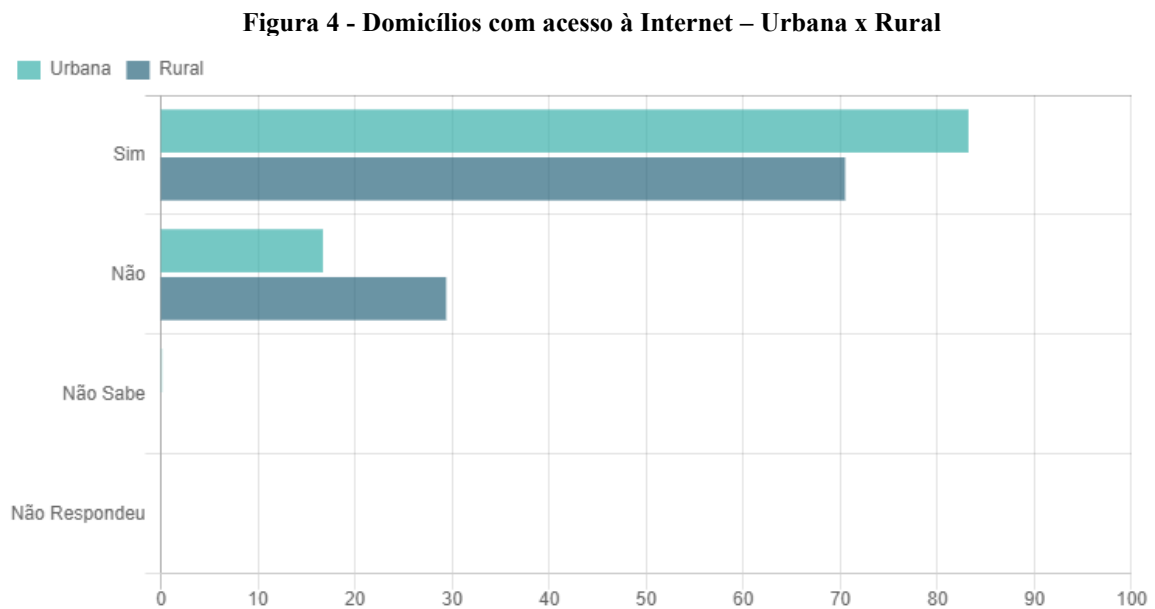
Fonte: CGI.br (2021)

Pode-se verificar a quantidade de domicílios no Brasil que possuíam algum tipo de conexão com a Internet, abrangendo tanto áreas urbanas quanto rurais do país. A maioria dos domicílios brasileiros (81,5%) possuíam algum tipo de acesso à Internet, como redes móveis, DSL e fibra óptica, enquanto 18,5% não tinham nenhum acesso. Atualmente, a infraestrutura da Internet é baseada em um *backbone* interligado por meio de fibras ópticas, fornecendo altas taxas de transmissão, com capacidades de Gigabits por segundo (Gbps) à Terabits por segundo (Tbps), enquanto os provedores de serviços oferecem assinaturas para os usuários na chamada "última milha", com taxas de transmissões em Megabits por Segundo (Mbps). O acesso ao usuário final é feito por meio de tecnologias como DSL, fibra óptica, redes sem fio, *cable modem* e tecnologias de redes móveis (4G/5G) (KUROSE; ROSS, 2021). No entanto, algumas

regiões do Brasil ainda enfrentam desafios de acesso à Internet devido a longas distâncias até os centros urbanos, onde estão concentrados os provedores de serviços.

É importante ressaltar que o gráfico não aborda a qualidade e as taxas de transmissão das conexões utilizadas nos domicílios, mas apenas a presença ou ausência de acesso à Internet. Esse ponto é relevante, pois nem sempre a conexão disponível nos domicílios brasileiros possui uma qualidade mínima para o uso em atividades remotas de sala de aula virtual, afinal algumas conexões apresentam baixas taxas de transmissão e podem ter limitações de tráfego, o que dificulta o acesso dos alunos a aulas síncronas transmitidas por *streaming* de áudio/vídeo.

A figura 4 ilustra a distribuição dos domicílios com acesso à Internet, englobando tanto as áreas urbanas como rurais.



Fonte: CGL.br (2021)

É relevante analisar a quantidade de domicílios nessas duas áreas para identificar quais alunos têm menor acesso à Internet, indicando maiores dificuldades de acesso para os usuários de áreas rurais. Cerca de 30% da população rural no Brasil não possui acesso à Internet, seja por meio de conexões cabeadas (ADSL, *cable modem*, fibras ópticas) ou por redes móveis (4G/5G). Além disso, é comum a falta de provedores que atendam regiões distantes dos centros urbanos, onde a infraestrutura de rede é mais presente. Para enfrentar esse desafio, é necessário investir na expansão da infraestrutura e implementar programas de inclusão digital, além de promover a conscientização e educação digital. Parcerias entre governo, empresas e organizações da sociedade civil são fundamentais para superar essa exclusão, proporcionando

oportunidades igualitárias e fortalecendo a inclusão social, educacional e econômica. A figura 5 revela a distribuição dos domicílios brasileiros com acesso à Internet, destacando a divisão por regiões do país

Figura 5 - Domicílios com acesso à Internet por regiões

TOTAL DE DOMICÍLIOS

Proporção		Sim	Não	Não Sabe	Não Respondeu
Total		81,5	18,4	0,1	0
REGIÃO	Sudeste	83,8	16,2	0	0
	Nordeste	77,3	22,5	0,1	0,1
	Sul	82,7	17,1	0,1	0
	Norte	79,4	20,4	0,1	0,1
	Centro-Oeste	82,7	17,1	0,1	0

Fonte: CGL.br (2021)

As regiões Nordeste e Norte apresentam o menor número de domicílios conectados à Internet, pois enfrentam desafios significativos devido à sua localização geográfica, que inclui áreas remotas e distantes dos centros urbanos, por exemplo a região da floresta Amazônica. A infraestrutura de transmissão e interconexão de redes nessas áreas é limitada, o que dificulta o acesso à Internet em toda a sua extensão. Nos locais mencionados, o acesso à Internet é predominantemente realizado por meio de antenas de conexões sem fio (*wireless*) e conexões via satélite. No entanto, as conexões via satélite apresentam um atraso maior em comparação com as conexões por intermédio de meios guiados (metálicos/fibra óptica). Essas limitações na infraestrutura de conexão têm um impacto direto na qualidade e nas taxas de transmissão da conexão à Internet nessas regiões, contribuindo para a disparidade no acesso e na experiência de navegação (KUROSE; ROSS, 2021).

É crucial destacar a importância de abordar esses desafios para promover a inclusão digital nessas regiões. Investimentos na expansão da infraestrutura, como a ampliação de redes de fibra óptica e a implantação de tecnologias de conexão mais avançadas, são fundamentais para superar essas barreiras. Além disso, é necessário implementar programas educacionais e de conscientização para capacitar os usuários e promover a adoção da tecnologia digital. A colaboração entre governos, empresas e organizações da sociedade civil desempenha um papel vital na busca por soluções abrangentes. Somente por meio de parcerias estratégicas e esforços

conjuntos será possível enfrentar esses desafios e garantir oportunidades igualitárias de acesso à Internet, fortalecendo assim a inclusão social, educacional e econômica nas regiões menos atendidas.

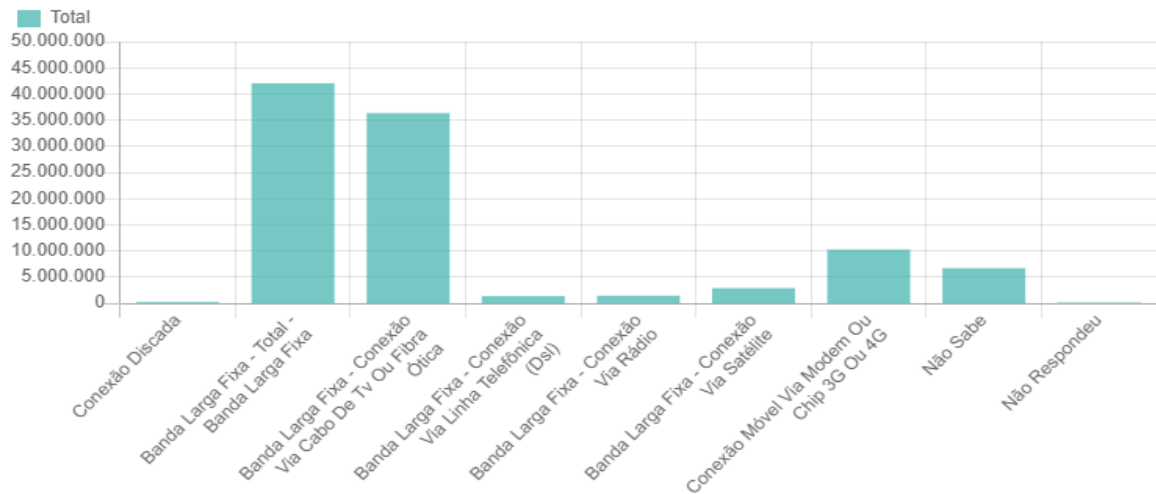
Os provedores de serviço de acesso à Internet oferecem uma ampla variedade de opções de conexão para atender às necessidades dos usuários. Entre os principais tipos de conexões disponíveis, destacam-se (KUROSE; ROSS, 2021):

- ✓ **Conexão discada:** utiliza a infraestrutura da rede telefônica e *modems* de 56 Kbps. Apresenta baixa taxa de transmissão de dados, e o usuário paga pelo tempo de utilização na rede telefônica;
- ✓ **Banda Larga (DSL/Cable modem):** utiliza redes de telefonia fixa ou TV a cabo para fornecer conexões de alta velocidade. O DSL utiliza linhas telefônicas, enquanto o *cable modem* utiliza cabos de televisão;
- ✓ **Fibra Óptica:** utiliza cabos de fibra óptica para transmitir dados por meio de sinais de luz, proporcionando altas taxas de transmissão de *download* e *upload*;
- ✓ **Satélite:** utiliza satélites de comunicação em órbitas baixas, médias e geoestacionárias para permitir o acesso à Internet, sendo uma opção para áreas rurais e remotas com infraestrutura limitada. No entanto, a conexão via satélite pode apresentar alta latência e taxas de transmissão mais baixas;
- ✓ **Wi-Fi e Redes Móveis:** permitem conexão sem fio em residências, escritórios e espaços públicos. As redes móveis (4G/5G) possibilitam o acesso à Internet por meio de dispositivos móveis utilizando a infraestrutura da telefonia celular;
- ✓ **Conexões via rádio:** são utilizadas em áreas rurais e isoladas onde outras opções de conexão não estão disponíveis. Envolvem a transmissão de sinais por torres de rádio e antenas.

É importante ressaltar que a disponibilidade dessas conexões pode variar de acordo com a localização geográfica e a infraestrutura de rede de cada região. Portanto, é essencial verificar as opções disponíveis antes de selecionar um provedor de acesso à Internet. A figura 6 indica os diferentes tipos de conexões que as operadoras de acesso à Internet oferecem para os usuários.

Figura 6 - Domicílios com acesso à Internet, por tipo de conexão

TOTAL DE DOMICÍLIOS COM ACESSO À INTERNET

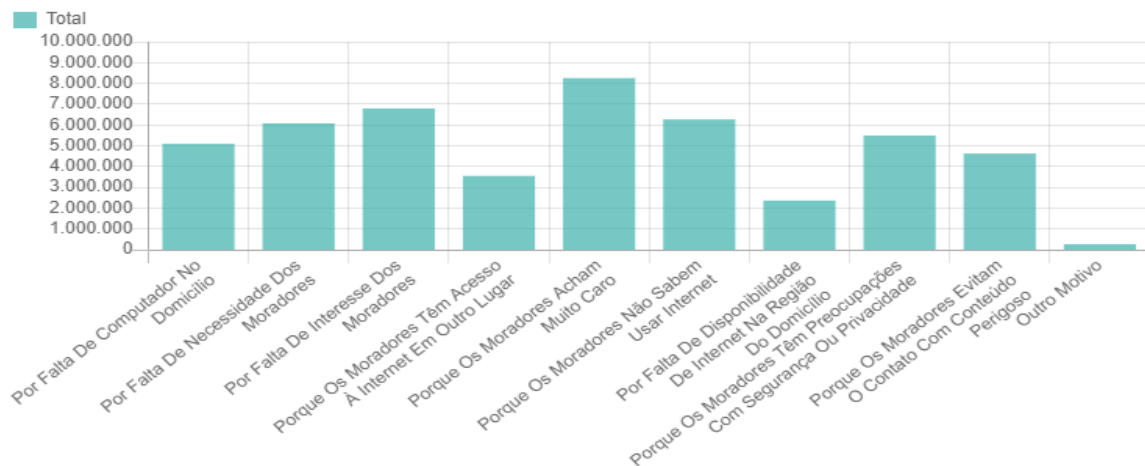


Fonte: CGL.br (2021)

No Brasil, ainda há uma parcela significativa de domicílios sem acesso, o que representa um obstáculo para o desenvolvimento social, educacional e econômico dessas famílias. A desigualdade socioeconômica e a falta de infraestrutura em regiões remotas e rurais são fatores que contribuem para essa realidade preocupante. A ausência de acesso prejudica a educação, limitando o acesso a recursos educacionais *online* e colocando os estudantes em desvantagem. Além disso, a exclusão digital dificulta o acesso a serviços públicos e informações importantes, comprometendo o pleno exercício da cidadania. A figura 7 indica os domicílios sem acesso à Internet, agrupados pelos motivos para a falta de Internet.

Figura 7 - Domicílios sem acesso à Internet, por motivos para a falta de Internet

TOTAL DE DOMICÍLIOS SEM ACESSO À INTERNET

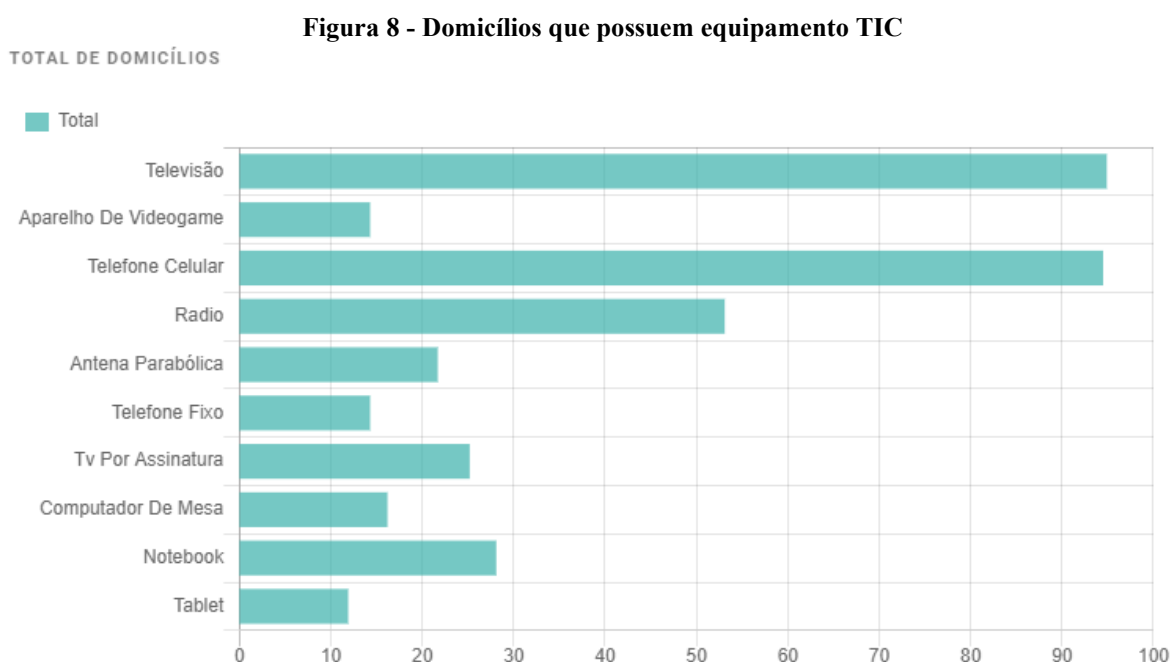


Fonte: CGL.br (2021)

Fica evidente a quantidade preocupante de domicílios brasileiros sem acesso à Internet, assim como as causas dessa falta de conexão. Muitos desses domicílios sequer possuem um computador pessoal, o que impede os alunos de participarem das aulas remotas e acessarem os conteúdos *online*. As famílias de baixa renda enfrentam dificuldades para contratar provedores de serviços e arcar com as mensalidades necessárias para o acesso à Internet, e algumas famílias também apresentam falta de interesse, o que contribui para a falta de conexão.

Essa realidade destaca a necessidade urgente de adotar medidas que visem à democratização do acesso, especialmente nas comunidades de baixa renda e em regiões rurais. É fundamental garantir a igualdade de oportunidades e promover o pleno desenvolvimento desses domicílios. Para isso, é necessário investir na expansão da infraestrutura de telecomunicações em áreas remotas, oferecer programas de inclusão digital e incentivar a participação das famílias, mostrando os benefícios e oportunidades que a Internet pode proporcionar. Somente com ações efetivas e abrangentes pode-se superar a exclusão digital para a construção de uma sociedade mais equitativa e conectada.

A figura 8 ilustra os domicílios que possuem equipamento TIC.



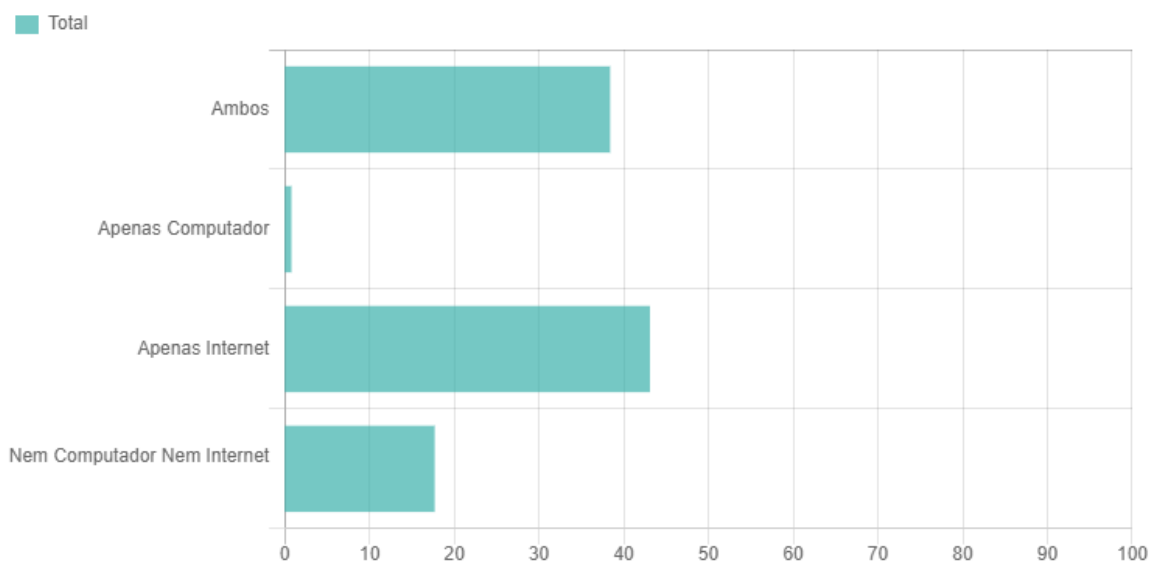
Fonte: CGI.br (2021)

É possível observar a variedade de dispositivos de TDIC presentes nos domicílios brasileiros. É importante ressaltar que nem todos os domicílios possuem computadores de mesa ou *notebooks*, apenas cerca de 20% dos domicílios possuem computadores, enquanto menos de

30% possuem *notebooks*. Esses dados destacam uma disparidade significativa na posse desses dispositivos tecnológicos, o que pode ter consequências negativas para o acesso à informação e comunicação digital por parte dessas famílias. A falta de acesso a computadores e *notebooks* pode limitar a participação em atividades *online*, como buscar informações, se comunicar, acessar serviços e oportunidades educacionais. Essa desigualdade na posse de TDIC ressalta a necessidade de políticas e programas que promovam a inclusão digital, garantindo o acesso equitativo a esses dispositivos e à infraestrutura tecnológica. É fundamental investir em iniciativas que visem reduzir essa disparidade, especialmente para famílias de baixa renda, a fim de promover a inclusão social, educacional e econômica, permitindo que todos tenham igualdade de oportunidades no mundo digital.

Na figura 9 é possível observar a distribuição dos domicílios brasileiros em relação à posse de computadores, acesso à Internet ou a presença de ambos.

Figura 9 - Domicílios, por presença de computador e Internet



Fonte: CGI.br (2021)

É preocupante constatar que apenas uma parcela inferior a 40% do total de domicílios no Brasil possui computadores e acesso à Internet. Esse índice reduzido pode apresentar desafios na implementação do ensino remoto, uma vez que é essencial que os alunos disponham de dispositivos como computadores, *notebooks* ou *laptops* para acessar a Internet e acompanhar as atividades propostas pelos professores, tanto nas aulas síncronas quanto nas atividades assíncronas.

2.6 Redes de Petri

As redes de Petri podem ser utilizadas em modelagem e análise de sistemas e possuem a capacidade de servir tanto para a avaliação de propriedades comportamentais e progressão de desempenho quanto para a criação metódica de simuladores de eventos discretos (RIASCOS; MOSCATO; MIYAGI, 2004). Uma rede de Petri é um modelo de gráfico bipartido, composto por lugares, transições e arcos direcionados. Nesse modelo, os lugares descrevem os diferentes estados do sistema, enquanto as transições representam os eventos que ocorrem durante a execução da rede (TINGTING; CAIQUAN; MINGLI, 2018). Os arcos são utilizados para conectar os lugares e as transições, permitindo que ocorram uma relação entre estes elementos. A representação visual dos elementos ocorre da seguinte forma:

- ✓ **Lugares:** representados por círculos;
- ✓ **Transições:** representadas por retângulos;
- ✓ **Arcos:** linhas direcionados entre os lugares e as transições;
- ✓ **Marcas:** indicam a quantidade de recursos disponíveis.

Os lugares, transições e arcos estabelecem conexões entre eles, onde os arcos de entrada conectam lugares às transições, os arcos de saída partem de uma transição e chegam a um lugar específico e nos lugares podem estar presentes elementos chamados *tokens*, contribuindo para definir a situação atual do sistema modelado (VILLANI; MIYAGI, 2004). As transições são os elementos dinâmicos da rede, representam as atividades suscetíveis de ocorrer sendo ativadas por disparos de transição. Os disparos têm o poder de modificar o estado do sistema, a configuração dos *tokens* nos lugares da rede de Petri, mas as transições só são capazes de disparar quando estão habilitadas, o que ocorre quando todas as condições prévias para a atividade são satisfeitas. É necessário que haja *tokens* suficientes nos lugares de entrada da transição (VILLANI; MIYAGI, 2004). Ao ocorrer o disparo de uma transição, essa ação resulta na remoção de *tokens* de seus lugares de entrada e na adição de novos *tokens* em seus lugares de saída. Esse mecanismo é central para a dinâmica da rede de Petri, pois permite que o sistema mude seu estado conforme as atividades ocorrem e *tokens* são movidos entre lugares e transições (VILLANI; MIYAGI, 2004). O disparo de uma transição ocorre somente quando todas as suas pré-condições são cumpridas, indicando que há *tokens* suficientes nos lugares de entrada.

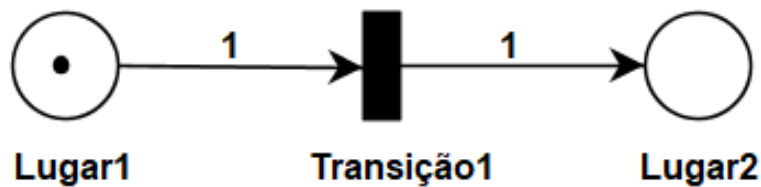
Para a construção de uma rede de Petri deve-se estimar o domínio de interpretação abrangendo o sistema, atribuindo *tokens* aos lugares e transições correspondentes. Dessa forma,

pode-se modelar um sistema de eventos discretos conforme os passos a seguir (ORTEGA; LUNA, 2012):

- ✓ Cada acontecimento é identificado e designado como uma transição;
- ✓ Os lugares assumem o papel de representar as condições existentes;
- ✓ As pré-condições de um acontecimento correspondem aos pontos de entrada de uma transição associada a esse mesmo evento;
- ✓ As pós-condições de um acontecimento são refletidas nos pontos de saída da transição que representa um evento.

Na figura 10, é possível observar um exemplo de Rede de Petri.

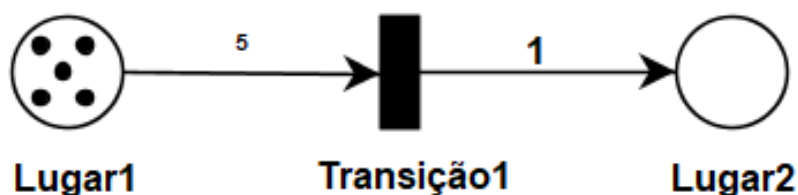
Figura 10 - Exemplo 1 de Rede de Petri



Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 10 existe um *token* no Lugar1, que pode ser ativado pela Transição1, resultando em sua movimentação para o Lugar2. O peso do arco que liga o Lugar1 à Transição1 é igual a 1, indicando que é necessário pelo menos 1 *token* para que esta transição possa ocorrer. O peso do arco que liga a Transição1 ao Lugar2 tem o peso 1, o que significa que será inserido 1 *token* no Lugar2 quando essa transição for efetivada. Na figura 11 é possível verificar outro exemplo de aplicação de Redes de Petri.

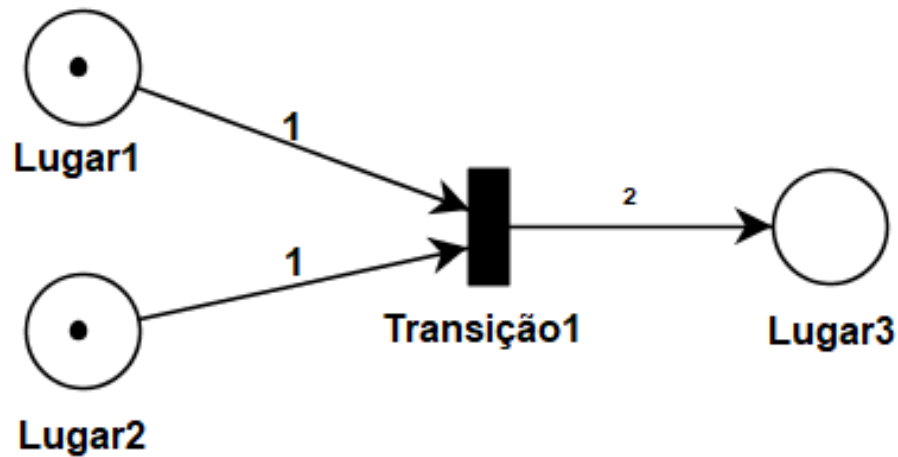
Figura 11 - Exemplo 2 de Rede de Petri



Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 11, a Transição1 só se tornará ativa e poderá ser disparada se houver no mínimo 5 marcas presentes no Lugar1. Isso ocorre devido ao valor do arco entre o Lugar1 e a Transição1 ser igual a 5. Caso contrário, a transição não será ativada e nenhum disparo será realizado. Como consequência do disparo da Transição1, apenas uma marca será inserida no Lugar2, pois o arco que conecta a Transição1 ao Lugar2 possui o valor de 1. Na figura 12, é apresentado um exemplo de Rede de Petri contendo dois lugares de entrada e um lugar de saída.

Figura 12 - Exemplo 3 de Rede de Petri



Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 12 a Transição1 poderá ser disparada somente quando existir pelo menos um *token* no Lugar1 e um *token* no Lugar2, porque a Transição1 tem arcos provenientes do Lugar1 e do Lugar2 e os pesos dos arcos estão definidos como 1. O resultado desse disparo será a adição de duas marcas no Lugar3, visto que o peso atribuído ao arco entre a Transição1 e o Lugar3 tem valor 2.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação e métodos da pesquisa

Este estudo é classificado como uma pesquisa exploratória, com uma abordagem predominantemente quantitativa. Com base nos procedimentos técnicos adotados, ele se configura como um levantamento. O desenho da pesquisa foi elaborado da seguinte forma: o objetivo estabelecido foi descritivo, a unidade de análise foram as instituições de ensino públicas brasileiras e o projeto foi uma pesquisa interseccional comparativa. Foram utilizados dados secundários brutos de três pesquisas censitárias: Censo da Educação Básica 2019 (INEP, 2020), Censo da Educação Básica 2021 (INEP, 2022) e do Relatório Guia Edutec 2022 – diagnóstico do nível de adoção de tecnologia nas escolas públicas brasileiras (CIEB, 2022).

O Censo da Educação Básica é um levantamento estatístico anual coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), em colaboração com as Secretarias de Educação estaduais e municipais e escolas públicas e privadas de todo o país (INEP, 2020; INEP, 2022). A pesquisa visa obter estatísticas sobre a oferta da educação básica no sistema educacional brasileiro, reunindo informações sobre todas as etapas de desenvolvimento e modalidades de ensino. A metodologia inclui coleta de dados pelo sistema Educacenso, tratamento dos dados pelo INEP, publicação dos resultados preliminares para identificar inconsistências e publicação oficial dos resultados no mesmo ano em que a pesquisa foi realizada. Os dados coletados informam importantes políticas públicas, programas de governo e ações do setor educacional nas três esferas de governo. A metodologia adotada para os censos de 2019 (INEP, 2020) e 2021 (INEP, 2022) foi a mesma e pode ser resumida em quatro etapas principais (INEP, 2023):

- ✓ **Coleta de dados:** a coleta de dados foi realizada por meio do Educacenso, sistema eletrônico que permite o preenchimento de questionários de pesquisa diretamente pelos usuários (informantes), ou por meio de um processo de migração automática de dados dos sistemas de gerenciamento de informações da escola e da rede de ensino. Trata-se, portanto, de um levantamento estatístico baseado na coleta indireta de informações documentais por meio de questionário eletrônico autopreenchido;
- ✓ **Processamento dos dados:** após a coleta, os dados são processados pela equipe do INEP e sistematizados para publicação oficial e comunicação com os diferentes usuários da informação no mesmo ano em que a pesquisa foi concluída. O INEP valida, corrige e analisa os dados coletados, garantindo assim a confiabilidade das informações;

- ✓ **Publicação dos resultados preliminares:** o INEP publica os resultados preliminares do Censo da Educação Básica, para que os gestores escolares possam identificar eventuais inconsistências nas informações prestadas e, se necessário, apresentar recursos adicionais. Para visualizar os resultados preliminares, os usuários devem se cadastrar no sistema eletrônico de avaliação. Apenas um representante por instituição de ensino pode se cadastrar no sistema;
- ✓ **Publicação dos resultados finais:** a publicação dos resultados oficiais e a comunicação com os diferentes utilizadores da informação é feita durante o ano da pesquisa. Os resultados do censo estatístico da educação básica são apresentados na forma de sumário executivo nacional, garantindo a disponibilização e a divulgação dos resultados da pesquisa para toda a sociedade (CARVALHO *et al.*, 2020).

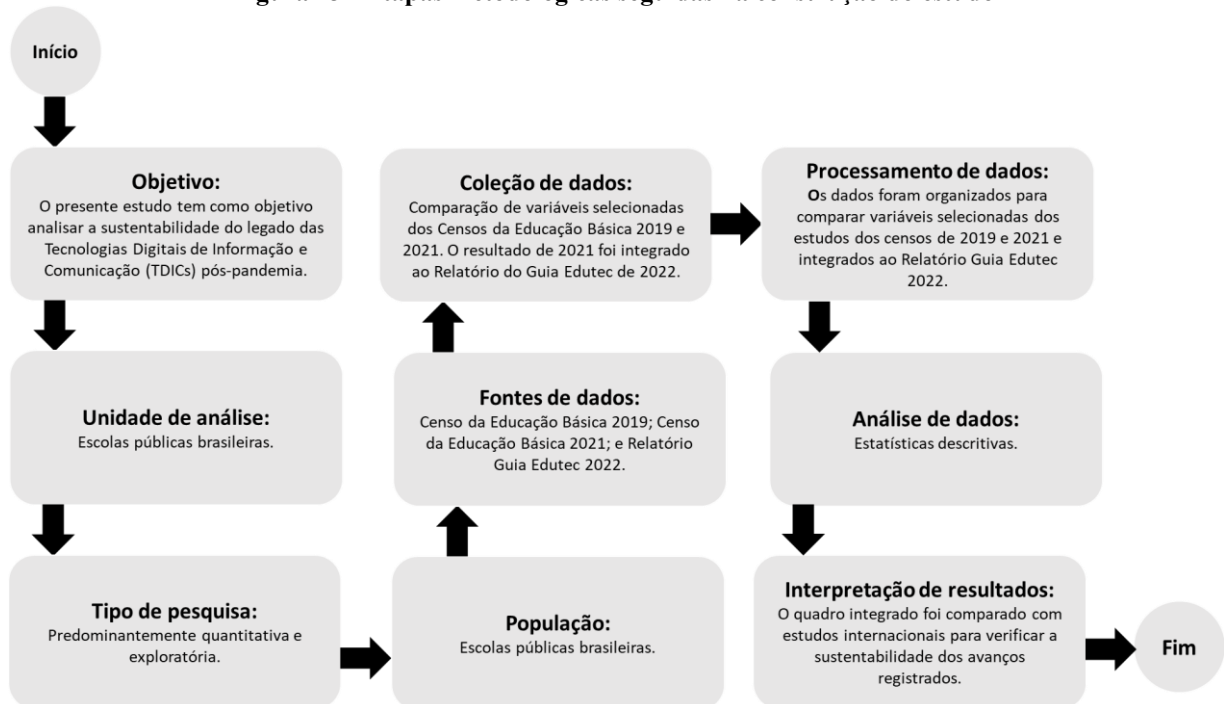
O Relatório Guia Edutec é uma ferramenta digital gratuita que avalia o nível de tecnologia educacional adotada por professores e escolas públicas (CIEB, 2022). Consiste em um questionário *online* com 35 questões de múltipla escolha, distribuídas em quatro dimensões: visão, competências, recursos educacionais digitais e infraestrutura. Cada resposta recebe uma pontuação de 1 a 4, e o resultado é utilizado para calcular o nível de tecnologia adotado para cada dimensão. Com essas informações, a ferramenta gera relatórios analíticos para escolas e redes de ensino para subsidiar a tomada de decisões sobre investimentos em tecnologias educacionais e desenvolvimento de políticas públicas (CIEB, 2022).

A partir do Censo da Educação Básica de 2019 (INEP, 2020), o último realizado antes da pandemia, e do Censo da Educação Básica de 2021 (INEP, 2022), que foi realizado após o retorno das atividades presenciais nas escolas brasileiras, foram levantados dados brutos sobre os recursos tecnológicos disponíveis nas instituições de ensino públicas brasileiras. Ambos estão disponíveis no site do INEP. Os dados brutos foram trabalhados para permitir a comparação. Adicionalmente, do Censo da Educação Básica 2021, foram retrabalhados os dados levantados no questionário Resposta Educacional à Pandemia da COVID-19 no Brasil (CARVALHO *et al.*, 2020). Os dados extraídos relativos às estratégias adotadas por escolas/secretarias de Educação foram ainda utilizados para extrair dados sobre as estratégias adotadas com alunos e professores pelas escolas/Secretarias de Educação da rede pública para garantir a continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das aulas.

O Relatório do Guia Edutec foi utilizado para detalhar melhor os recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas em 2022 (CARVALHO *et al.*, 2020). Os dados do Relatório e do Censo 2021 fornecem um panorama da situação das TDIC nas instituições públicas de ensino

brasileiras após o retorno às aulas presenciais. A estatística descritiva foi aplicada para analisar os dados utilizados no estudo. A figura 13 ilustra esquematicamente as etapas metodológicas seguidas na construção do presente estudo.

Figura 13 - Etapas metodológicas seguidas na construção do estudo



Fonte: Autoria própria (2023)

São apresentadas as etapas metodológicas adotadas para a realização deste estudo, destacando-se um total de onze etapas descritas a seguir:

1. **Início:** nesta etapa inicial, foram definidos o objetivo e a área de análise do estudo, assim como as etapas subsequentes a serem realizadas;
2. **Objetivo:** etapa que define o objetivo principal do estudo, que é analisar a sustentabilidade do legado das TDIC no contexto da pós-pandemia, buscando compreender se os avanços alcançados durante o período de pandemia, em relação ao uso das TDIC nas escolas públicas brasileiras, são duradouros e sustentáveis;
3. **Unidade de análise:** etapa que define a unidade de análise do estudo, indicando as instituições públicas de ensino brasileiras, selecionadas devido à sua importância no sistema educacional brasileiro;
4. **Tipo de pesquisa:** etapa que define qual seria o tipo de pesquisa adotada neste estudo, predominantemente quantitativa e exploratória. A abordagem quantitativa permite uma análise estatística dos dados coletados, enquanto a abordagem exploratória auxiliará na

compreensão dos fenômenos relacionados à sustentabilidade do uso das TDIC no contexto educacional;

5. **Coleção de dados:** etapa que define a coleta de dados, que foi realizada por meio da comparação de variáveis selecionadas dos Censos da Educação Básica de 2019 e 2021. Esses censos forneceram informações relevantes sobre o uso e a adoção das TDIC nas escolas públicas brasileiras. Além disso, os resultados do censo de 2021 foram integrados ao relatório do guia Edutec de 2022, fornecendo um panorama atualizado;
6. **Fontes de dados:** etapa que define as fontes de dados utilizadas neste estudo, incluindo o Censo da Educação Básica de 2019, o Censo da Educação Básica de 2021 e o Relatório do guia Edutec de 2022. Essas fontes foram escolhidas devido à sua confiabilidade e abrangência, fornecendo informações relevantes sobre as escolas públicas brasileiras e seu uso de TDIC;
7. **População:** etapa que define a população-alvo deste estudo, consistindo nas instituições públicas de ensino básico brasileiras. Essa escolha permite uma análise abrangente e representativa do panorama educacional no país;
8. **Processamento de dados:** etapa que define como os dados coletados foram organizados de forma a comparar as variáveis selecionadas dos estudos do Censo da Educação Básica de 2019 e do Censo da Educação Básica de 2021. Essas variáveis foram integradas ao Relatório do guia Edutec de 2022, proporcionando uma visão mais ampla e atualizada da situação das TDIC nas escolas públicas brasileiras;
9. **Análise de dados:** etapa que define como a análise dos dados foi realizada utilizando estatísticas descritivas. Essas análises estatísticas permitiram examinar e resumir as características e os padrões dos dados coletados, fornecendo informações importantes sobre a sustentabilidade do legado das TDIC no contexto pós-pandemia;
10. **Interpretação de resultados:** etapa que define como os resultados obtidos foram interpretados comparando o quadro integrado com estudos internacionais relevantes;
11. **Fim:** etapa final indicando a realização de todas as etapas metodológicas que foram seguidas para a construção do presente estudo.

3.2 *Methodi Ordinatio*

O referencial teórico foi realizado seguindo a metodologia de revisão sistemática *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015) para seleção de materiais alinhados ao tema central da pesquisa, com o intuito de construir um portfólio base. O corpus de pesquisa foi construído com a utilização de três bases de dados: *Science Direct*, *Web of*

Science e *Scopus*, por meio de acesso institucional (UTFPR) aos Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

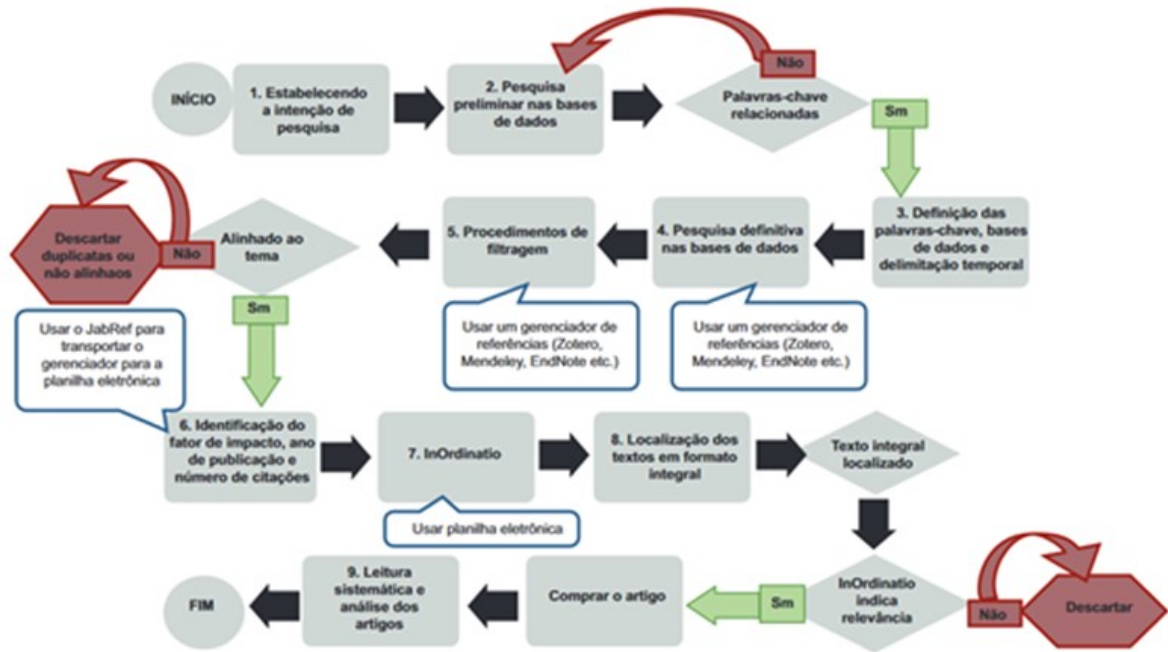
A aplicação aconteceu em nove etapas:

- 1) **Estabelecimento da intenção de pesquisa:** nesta etapa foram identificados os descritores e as combinações mais adequadas para responder a pergunta: Como as instituições de ensino públicas brasileiras podem se preparar para a manutenção do ensino em situações de crise?
- 2) **Pesquisa exploratória com os descritores nas bases de dados:** os descritores e as combinações identificados na etapa 1 foram testadas nas bases *Science Direct*, *Web of Science* e *Scopus*. Na etapa foi utilizado o *software* Mendeley para a remoção de artigos duplicados;
- 3) **Definição da combinação de descritores e bases de dados a serem utilizadas:** as bases testadas na etapa 2 foram aprovadas por apresentarem volume significativo de publicações com os descritores pesquisados e apresentarem disponibilidade ampla de acesso aos materiais publicados. Foi definida para a pesquisa a combinação de pesquisa (((“elementary school” OR “basic education”) AND Brazil) OR ((“DICT” OR “ICT”) AND Brazil));
- 4) **Pesquisa definitiva nas bases de dados:** a pesquisa resultou em um total bruto de 2795 publicações. Foram obtidos os seguintes números: *Science Direct* - n=160, *Web of Science* - n=888, *Scopus* – n=1747. O resultado foi considerado satisfatório, não havendo a necessidade da ampliação de bases. Foi utilizado o *software* Mendeley como gerenciador das referências para a coleta e armazenamento dos dados;
- 5) **Procedimentos de filtragem:** nesta etapa foram eliminados os trabalhos duplicados, apresentados em conferências que não possuem fator de impacto, livros ou capítulos de livros e cujo título não apresentava aderência com o tema do presente estudo. Foram utilizados, em sequência, os *softwares* Mendeley e JabRef para a construção do portfólio. Após a aplicação dos procedimentos de filtragem, chegou-se em 40 publicações;
- 6) **Identificação do fator de impacto, do ano de publicação e número de citações:** com o uso da planilha RankIn, disponibilizada pelos autores da *Methodi Ordinatio*, foi identificado o fator de impacto das publicações (*last year* JCR ou SJR). O número de citações foi levantado no *Google Scholar* (<http://scholar.google.com>) a partir dos *links* disponibilizados na planilha RankIn;

- 7) **Ordenação dos artigos por meio do *InOrdinatio***: a ordenação dos estudos levantados aconteceu com o uso da equação *InOrdinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015):
- ✓ $InOrdinatio = (Fi / 1000) + (\alpha * (10 - (AnoPesq - AnoPub))) + (\sum Ci)$
 Onde: Fi = Fator de impacto da revista; α^* = coeficiente atribuído pelo pesquisador à relevância do ano de publicação, podendo variar de 1 a 10;
 - ✓ **AnoPesq** = Ano de realização da busca nas bases de dados;
 - ✓ **AnoPub** = ano de publicação do artigo; $\sum Ci$ = nº de citações do artigo;
 - ✓ Na pesquisa, o valor atribuído a α foi 10, considerando que a atualidade dos artigos é primordial;
- 8) **Localização dos artigos em formato integral**: a localização dos trabalhos foi feita diretamente no site das bases de dados por meio do Portal de Periódicos da CAPES, com o acesso CAFe;
- 9) **Leitura e análise sistemática dos artigos**: nesta etapa foi realizada a leitura dos artigos selecionados. Foram excluídos, após a leitura, os artigos que não proporcionaram elementos para responder à pergunta de pesquisa. Para evitar saturação, a composição do *corpus* documental foi limitada em até 40 artigos com resultados positivos na equação *InOrdinatio*.

As etapas, de forma sinóptica, estão representadas na figura 14.

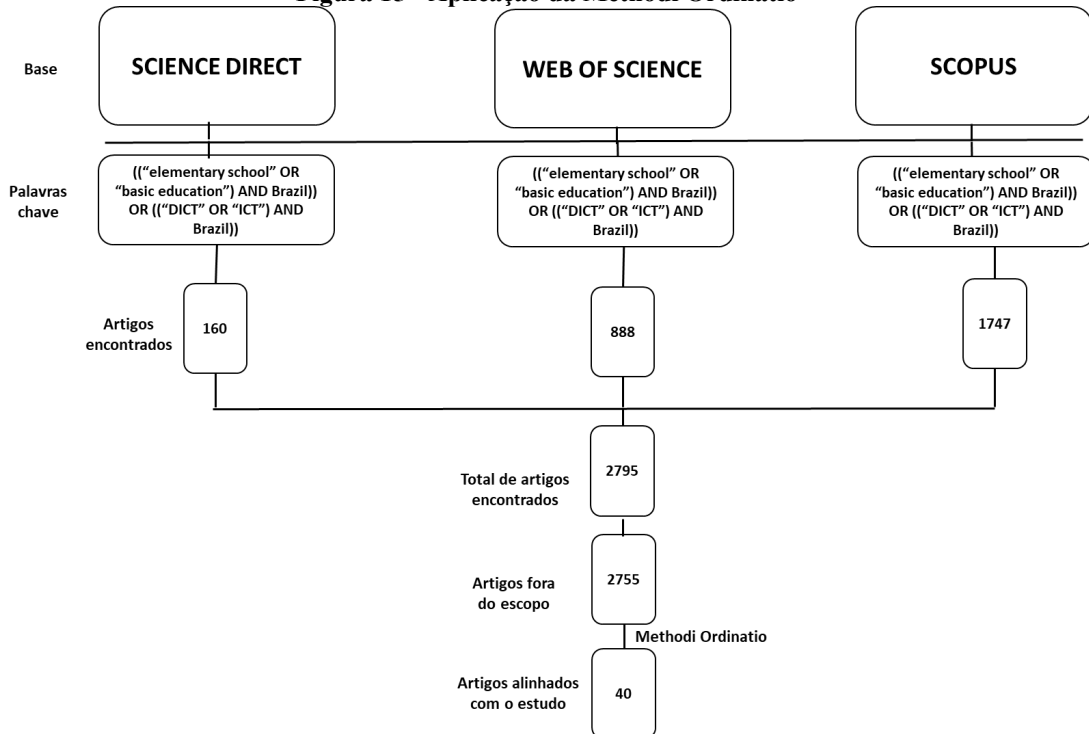
Figura 14 - Etapas da Methodi Ordinatio



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2018)

A figura 15 indica os resultados da aplicação da *Methodi Ordinatio*, com a quantidade de publicações encontradas nas bases de dados utilizadas.

Figura 15 - Aplicação da Methodi Ordinatio



Fonte: Autoria própria (2023)

Com a pesquisa nas bases de dados utilizadas e a leitura dos artigos encontrados, a etapa de eliminação ocorreu por não aderência ao tema da pesquisa. Ao explorar a relevância e pertinência da educação durante a pandemia, foi realizado um estudo aprofundado que envolveu a análise de referencial teórico e relatórios relevantes. Com base nessa análise, foram identificados os principais passos para a construção de um *framework*, que visa auxiliar as instituições de ensino públicas brasileiras no enfrentamento de situações pandêmicas. A construção desse *framework* considerou aspectos cruciais, como a adaptação das práticas educacionais para um ambiente virtual, a garantia da continuidade do processo de ensino e aprendizagem mesmo em situações de distanciamento social, e o apoio emocional e psicossocial aos alunos, professores e demais membros da comunidade escolar.

Ademais, o *framework* proposto também abrange a necessidade de fornecer recursos tecnológicos adequados, promover a capacitação dos professores no uso efetivo das tecnologias digitais, e assegurar o acesso equitativo às ferramentas e recursos educacionais necessários para o ensino remoto. A construção desse *framework* representa um importante passo em direção a um plano abrangente e estruturado para enfrentar pandemias no âmbito da educação básica. Ao seguir esses passos e recomendações, as escolas poderão se adaptar de forma mais ágil e eficiente, garantindo a continuidade do processo educacional e promovendo o bem-estar dos estudantes em tempos de crise.

Além dos artigos levantados por meio da aplicação da *Methodi Ordinatio*, foram utilizados materiais como leis, portarias, pareceres, relatórios e artigos complementares.

3.3 Redes de Petri

Para a construção do *framework* foi utilizado o conceito de Redes de Petri, que são utilizadas na especificação formal de sistemas e na sua modelagem, permitindo assim a simulação e a execução de todos os processos estabelecidos na ferramenta, descrevendo o comportamento de um sistema por meio de sua evolução de estados. São usadas para modelar sistemas concorrentes e distribuídos, permitindo a visualização da dinâmica do sistema e a identificação de problemas de concorrência. Elas fornecem uma notação gráfica para representar e analisar sistemas complexos em diversas áreas, como engenharia de produção e sistemas de controle e processos.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos na pesquisa. São analisados dados do Censo da Educação Básica de 2019 e 2021 (INEP), e o Relatório Guia Edutec de 2022 (CIEB). A seguir, apresenta-se uma síntese dos resultados de maior importância, com o objetivo de contribuir para o entendimento do contexto educativo abordado neste estudo.

A partir do Censo da Educação Básica 2019 (INEP, 2020), foram levantados dados relacionados à disponibilidade de recursos tecnológicos (lousa digital, *notebooks*, *tablets* e Internet à disposição de professores, alunos e administração) nas escolas públicas (n = 101.244). Com os resultados, o estudo traça um panorama das instituições de ensino públicas no período pré-pandêmico. As piores condições identificadas em termos de recursos tecnológicos foram na rede municipal de ensino, que também possuía o maior número de escolas da educação básica, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas da educação básica (2019)

Recurso tecnológico	Rede Federal (n = 47)	Rede Estadual (n = 22,403)	Rede Municipal (n = 78,794)	Rede Pública (n = 101,244)
Lousa digital	46.8%	26.0%	8.8%	12.6%
Projektor multimídia	91.5%	79.9%	52.9%	58.9%
Computador de mesa para alunos	89.4%	75.4%	34.3%	43.4%
Computador portátil para alunos	51.1%	33.5%	20.4%	23.3%
<i>Tablet</i> para alunos	34.0%	13.4%	5.7%	7.4%
Internet	100.0%	86.7%	61.5%	67.1%
Internet para alunos	83.0%	57.2%	21.1%	29.1%
Internet para uso administrativo	100.0%	85.1%	58.2%	64.2%
Internet para sala de aula	80.9%	64.0%	29.6%	37.2%

Fonte: Adaptado de INEP (2020)

A tabela 2 apresenta resultados semelhantes aos mostrados na tabela 1, porém, considera a situação das escolas da educação básica no ano de 2021 após a suspensão das atividades presenciais nas escolas públicas por uma média de 287 dias (INEP, 2022).

Tabela 2 - Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas da educação básica (2021)

Recurso tecnológico	Rede Federal (n = 47)	Rede Estadual (n = 21,648)	Rede Municipal (n = 77,250)	Rede Pública (n = 98,945)
Lousa digital	55.3%	29.8%	10.8%	14.9%
Projektor multimídia	95.7%	79.1%	55.4%	60.6%
Computador de mesa para alunos	95.7%	76.9%	39.2%	47.5%
Computador portátil para alunos	63.8%	37.7%	25.8%	28.4%
<i>Tablet</i> para alunos	34.0%	12.6%	6.6%	7.9%
Internet	100.0%	92.0%	69.8%	74.7%
Internet para os estudantes	89.4%	65.2%	27.8%	36.1%
Internet para uso administrativo	100.0%	90.8%	66.3%	71.7%
Internet para sala de aula	89.4%	74.1%	39.8%	47.3%

Fonte: Adaptado de INEP (2022)

Na tabela 3, é apresentada a comparação dos recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas brasileiras antes e depois da suspensão das aulas devido à pandemia. Houve um aumento positivo em relação a todos os recursos tecnológicos comparados.

Tabela 3 - Variação dos recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas da educação básica de 2019 a 2021

Recurso tecnológico	Rede Pública 2019 (n = 101,244)	Rede Pública 2021 (n = 98,945)	Variação
Lousa digital	12.6%	14.9%	18.25%
Projektor multimídia	58.9%	60.6%	2.89%
Computador de mesa para alunos	43.4%	47.5%	9.45%
Computador portátil para alunos	23.3%	28.4%	21.89%
<i>Tablet</i> para alunos	7.4%	7.9%	6.76%
Internet	67.1%	74.7%	11.33%
Internet para os estudantes	29.1%	36.1%	24.05%
Internet para uso administrativo	64.2%	71.7%	11.68%
Internet para sala de aula	37.2%	47.3%	27.15%

Fonte: Adaptado de INEP (2022)

Incluídos no Censo da Educação Básica de 2021 estão os resultados do questionário Resposta Educacional à Pandemia da COVID-19 no Brasil, realizado entre fevereiro e maio de 2021. O questionário foi respondido por 168.739 escolas (94% de todas as escolas de educação básica em 2020). Do total, 134.606 são da rede pública (97,2% de todas as escolas públicas nacionais) (INEP, 2022).

As estratégias adotadas pelas escolas/secretarias de educação da rede pública com os professores para garantir a continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das atividades presenciais são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 - Percentual de escolas/secretarias de educação segundo estratégias adotadas com professores para a continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das atividades presenciais (n = 134.606)

Ação	Percentual
Realização de reuniões virtuais de planejamento, coordenação e monitoramento das atividades	88.2%
Reorganização/adaptação do planejamento/plano de aula com priorização de habilidades e conteúdos específicos	90.5%
Treinamento para uso de métodos/materiais dos programas de ensino não presencial	59.4%
Disponibilização de equipamentos para os professores (computador, <i>notebook</i> , <i>tablets</i> , <i>smartphones</i> etc.)	24.8%
Acesso gratuito ou subsidiado à Internet em domicílio	5.2%

Fonte: Adaptado de INEP (2022)

Os quadros 2, 3 e 4 apresentam as estratégias adotadas com os alunos para garantir a continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das atividades presenciais nas escolas públicas.

Quadro 2 - Percentual de escolas por estratégia de comunicação e apoio tecnológico disponibilizadas aos alunos para continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das atividades presenciais (n=134.606)

Ação	Percentual
Manutenção de canal de comunicação com a escola (e-mail, telefone, redes sociais, aplicativo de mensagens)	80.3%
Manutenção de canal de comunicação direto com os professores (e-mail, telefone, redes sociais, aplicativos de mensagens)	84.7%
Acesso gratuito ou subsidiado à Internet em domicílio	6.15%
Disponibilização de equipamentos para uso do aluno (computador, <i>notebook</i> , <i>smartphone</i> etc.)	8.26%

Fonte: Adaptado de INEP (2022)

Quadro 3 - Percentual de escolas por estratégia e ferramenta adotada no desenvolvimento das atividades de ensino e aprendizagem com os alunos durante a suspensão das atividades presenciais para continuidade das atividades pedagógicas (n=134.606)

Ação	Percentual
Disponibilização de materiais de ensino e aprendizagem impressos (livros didáticos impressos, apostilas, atividades em folha etc.) para retirada na escola pelos alunos ou responsáveis e/ou entrega em domicílio	94.4%
Disponibilização de materiais de ensino e aprendizagem na Internet (vídeos, podcasts, publicações em redes sociais, plataformas virtuais, aplicativos para celular)	77.2%
Realização de avaliações e testes, remotamente, pela Internet ou com envio/devolução de material físico	64.3%
Atendimento virtual ou presencial escalonado com os alunos, seus pais ou responsáveis	60.0%
Suporte aos alunos, seus pais ou responsáveis para a elaboração e o desenvolvimento de planos de estudos/estudos dirigidos	54.3%
Realização de aulas ao vivo (síncronas) mediadas pela Internet e com possibilidade de interação direta entre os alunos e professores	35.2%
Disponibilização de aulas previamente gravadas (assíncronas) pela Internet	50.9%
Transmissão de aulas ao vivo (síncronas) pela Internet	14.3%
Treinamento junto aos pais e alunos para uso de métodos/materiais dos programas de ensino não presencial	23.7%
Transmissão de aulas previamente gravadas (assíncronas) por TV ou rádio	14.3%
Transmissão de aulas ao vivo (síncronas) por TV ou rádio	8.5%

Fonte: Adaptado de INEP (2022)

Quadro 4 - Percentual de escolas por plataforma/ferramenta digital utilizada nas atividades desenvolvidas pela Internet (n=134.606)

Ação	Percentual
Aplicativos ou ferramentas para realização de videoconferências (<i>WhatsApp, Zoom, Youtube</i> etc.)	85.6%
Google <i>Classroom</i> (Google sala de aula)	34.7%
Plataforma desenvolvida especificamente para a Secretaria de Educação Municipal ou Estadual ou para a escola	30.8%
Microsoft <i>Teams for Education</i> (Microsoft Teams para Educação)	9.8%
Nenhuma das opções apresentadas	8.3%
<i>Blackboard Learn/Blackboard Unite</i>	0.5%

Fonte: Adaptado de INEP (2022)

Para maior detalhamento dos recursos tecnológicos utilizados nas escolas públicas, foi analisado o Relatório do Guia Edutec (CIEB, 2022). Com 104.219 respostas de gestores escolares, o Guia Edutec traz um diagnóstico pós-pandemia mais aprofundado sobre o nível de

adoção de tecnologias nas escolas públicas brasileiras em 2022. No estudo, a infraestrutura foi avaliada por meio dos seguintes indicadores: acesso à Internet na escola e taxa de transmissão de dados (conexão); disponibilização de equipamentos para professores e alunos; e segurança dos equipamentos escolares (CIEB, 2022).

Em relação ao acesso aberto à Internet na escola e à taxa de transmissão de dados (conexão), menos da metade (46,87%) das escolas públicas tinha acesso à Internet em todos os ambientes (quadro 5), e destas 89,12% tinham qualidade de conexão insatisfatória (quadro 6).

Quadro 5 - Acesso à internet em escolas públicas brasileiras no ano de 2022

Disponibilidade de acesso à internet	Respostas (Percentual)
Disponibilizado o acesso à Internet somente na área administrativa	28,618 (27.46%)
Disponibilizado o acesso à Internet na área administrativa, biblioteca e/ou laboratórios de informática	10,778 (10.34%)
Disponibilizado o acesso à Internet na área administrativa, biblioteca e/ou laboratórios de informática, salas de aula e espaços de inovação e tecnologia	15,972 (15.33%)
Disponibilizado o acesso à Internet em todos os ambientes da escola (internos e externos)	48,851 (46.87%)

Fonte: Adaptado de CIEB (2022)

Quadro 6 - Qualidade de conexão de Internet em escolas públicas brasileiras no ano de 2022

Velocidade de conexão de internet	Respostas (Percentual)
Se uma turma inteira da escola se conectar à rede ao mesmo tempo, independentemente do conteúdo acessado, a Internet deixa de funcionar.	48,752 (46.78%)
Uma turma inteira da escola consegue conectar-se à rede ao mesmo tempo. Só há instabilidade se eles acessarem conteúdos “pesados” (vídeos, jogos ou transferência de arquivos/dados, por exemplo).	31,979 (30.68%)
Uma turma inteira da escola consegue conectar-se à rede ao mesmo tempo acessando, simultaneamente, conteúdos “pesados” (vídeos, jogos ou transferência de arquivos/dados, por exemplo).	12,147 (11.66%)
Diversas turmas conseguem conectar-se à Internet ao mesmo tempo acessando, simultaneamente, conteúdos “pesados” (vídeos, jogos ou transferência de arquivos/dados, por exemplo).	11,341 (10.88%)

Fonte: Adaptado de CIEB (2022)

Quanto à disponibilidade de equipamentos para professores e alunos, os parâmetros adotados para fins de classificação estão descritos no quadro 7.

Quadro 7 - Níveis classificatórios para avaliar a disponibilidade de equipamentos para estudantes e docentes em escolas públicas brasileiras no ano de 2022

Usuário	Nível emergente	Nível básico	Nível intermediário	Nível avançado
Estudante	Nenhum dispositivo ou uma proporção maior que oito estudantes por dispositivo	Oito estudantes por dispositivo (uso semanal)	Cinco estudantes por dispositivo (uso duas vezes na semana)	Dois estudantes por dispositivo (uso diário)
Docente	Não há equipamento disponível	Um equipamento para cada oito docentes por turno	Um equipamento para cada cinco docentes por turno	Cada docente possui um equipamento

Fonte: Adaptado de CIEB (2022)

As escolas públicas apresentaram predominância de níveis incipientes de disponibilidade de equipamentos, indicando a pior situação possível. A situação mais desejável foi encontrada em 16,38% das escolas que responderam ao diagnóstico que resultou no Relatório Edutec (tabela 4).

Tabela 4 - Disponibilidade de equipamentos para professores e alunos das escolas públicas brasileiras no ano de 2022

Nível	Number (Percentage)
Emergente	34,214 (32.83%)
Básico	29,657 (28.45%)
Intermediário	23,280 (22.34%)
Avançado	17,068 (16.38%)

Fonte: Adaptado de CIEB (2022)

No que diz respeito à segurança dos equipamentos escolares, a situação mais frequente encontrada foi que as escolas não possuem *software* antivírus ou programas de suporte à segurança dos dados. Quando o fazem, o *software* não é atualizado com frequência (quadro 8).

Quadro 8 - Segurança dos equipamentos em escolas públicas brasileiras no ano de 2022

Equipamentos e segurança dos equipamentos	Respostas (Percentual)
Nenhum ou poucos computadores possuem um <i>software</i> antivírus instalado, e esse <i>software</i> não é atualizado com frequência	40,541 (38.90%)
Os computadores possuem um <i>software</i> antivírus instalado, e esse <i>software</i> é eventualmente atualizado.	37,743 (36.22%)
Há dispositivo de segurança (<i>firewall</i>) e antivírus instalados nos computadores, e atualizados periodicamente.	17,762 (17.04%)
Há dispositivo de segurança (<i>firewall</i>) e antivírus instalados nos computadores, e atualizados periodicamente. E há instrumentos para segurança de dados.	8,173 (7.84%)

Fonte: Adaptado de CIEB (2022)

4.1 Boas práticas de utilização de TDIC identificadas

A análise de conteúdo do referencial teórico possibilitou a elaboração de um quadro com as práticas desenvolvidas ao longo da pandemia, com o intuito de diminuir as perdas com a interrupção das aulas presenciais por diferentes instituições nas diferentes esferas que se dedicam à educação básica no Brasil. Os temas foram agrupados pelo critério de similaridade. Além dos artigos identificados pela *Methodi Ordinatio*, foram acrescentados outros materiais como legislações, relatórios técnicos de organismos e artigos complementares que tiveram como viés de escolha a aplicabilidade em determinados tópicos que fazem parte do escopo do trabalho.

Quadro 9 - Boas práticas de enfrentamento da Pandemia na Educação Básica

Meios	Referência
Transmissão de aula pela TV	(OCDE 2022), (BANCO MUNDIAL, 2022), (UNICEF, 2022), (IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (INEP, 2022), (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022), (CIEB, 2022).
Transmissão de aulas por Redes Sociais	(BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP, 2022), (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022), (CIEB, 2022).
Transmissão de aulas pelo rádio	(BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP, 2022), (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022), (CIEB, 2022).
Disponibilização de aulas síncronas	(BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP, 2022), (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022), (CIEB, 2022).
Material impresso	(BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP, 2022).
Disponibilização de aulas em plataformas	(INEP, 2022).
Disponibilização de aulas gravadas no <i>youtube</i>	(INEP, 2022).
Serviço de mensagens curtas (SMS)	(BANCO MUNDIAL, 2022), (UNICEF, 2022), (INEP, 2022), (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022), (CIEB, 2022).
Apoio aos professores e incentivaram o envolvimento de pais e cuidadores	(BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP, 2022).
Disponibilização de Equipamentos	(INEP, 2022).
Disponibilização de pacotes de Internet	(INEP, 2022).
Disponibilização de Telefone	(INEP, 2022), (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022), (CIEB, 2022).
Disponibilização de material por e-mail	(INEP, 2022), (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022), (CIEB, 2022).
Entrega de material impresso na casa do aluno (livros, apostilas e atividades)	(INEP, 2022).
Entrega de materiais aos responsáveis na escola (livros, apostilas e atividades)	(INEP, 2022).
Entrega de alimentos para pais e responsáveis	(CNE, 2020).

Fonte: Autoria própria (2023)

Boas práticas de enfrentamento da pandemia na educação básica foram adotadas para enfrentar os desafios do distanciamento social e garantir a continuidade do processo educacional, como ilustrado no quadro 9. Essas práticas demonstraram eficácia ao alcançar os alunos de maneira abrangente e adaptar-se às diferentes realidades e recursos disponíveis.

Algumas das boas práticas incluem:

- ✓ Utilização da televisão, redes sociais e rádio para transmitir aulas e conteúdos educacionais, permitindo o acesso dos alunos sem depender da Internet;
- ✓ Aulas síncronas por meio de plataformas de videoconferência, proporcionando interação direta entre alunos e professores;
- ✓ Disponibilização de material impresso, como apostilas e livros, para alunos sem acesso à tecnologia ou com problemas de conectividade;
- ✓ Utilização de plataformas educacionais para disponibilizar aulas gravadas e atividades interativas, adaptando-se às necessidades dos alunos;
- ✓ Envio de mensagens curtas por SMS para fornecer informações e instruções aos alunos e seus responsáveis;
- ✓ Apoio aos professores por meio de treinamentos, orientações pedagógicas e suporte técnico, incentivando a participação ativa dos pais e cuidadores;
- ✓ Disponibilização de equipamentos e pacotes de acesso à Internet para garantir o acesso dos alunos aos recursos tecnológicos;
- ✓ Envio de material educacional por e-mail, além da entrega de material impresso nas casas dos alunos;
- ✓ Organização de pontos de retirada de materiais educacionais nas escolas, facilitando o acesso aos recursos de forma segura;
- ✓ Fornecimento de alimentos para pais e responsáveis, reconhecendo as dificuldades econômicas enfrentadas por muitas famílias durante a pandemia.

Essas boas práticas refletem a capacidade de adaptação e resiliência das escolas e instituições de ensino diante dos desafios. Por meio da combinação de estratégias e recursos, foi possível garantir a continuidade do aprendizado e minimizar os impactos negativos causados pelo distanciamento social. É importante valorizar essas práticas e aproveitar o aprendizado adquirido para desenvolver abordagens mais inclusivas e flexíveis no futuro.

Quadro 10 - Dificuldades enfrentadas por alunos e suas Famílias

Dificuldades para os alunos e famílias	Referência
Local inadequado	(OCDE 2022), (BANCO MUNDIAL, 2022), (IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023).
Internet lenta	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (INEP, 2022), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023), (CIEB, 2022).
Falta de conexão	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (INEP, 2022), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023).
Dificuldade para acessar os conteúdos disponibilizados	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (INEP, 2022), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023).
Dificuldade da família para ajudar os alunos no acesso a materiais	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP 2022), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023).
Falta de equipamento	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP, 2022), (BICALHO <i>et al.</i> , 2023), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023).
Problemas psicológicos	(BANCO MUNDIAL, 2022), (SANTOS; SILVA; BELMONTE, 2021), (RAMOS <i>et al.</i> , 2023), (TROIINHO <i>et al.</i> , 2021), (BICALHO <i>et al.</i> , 2023).
Falta de alimentação	(MEC, 2020), (LIBÂNEO, 2012), (UNESCO, 2022).

Fonte: Autoria própria (2023)

Ao analisar as referências, foi identificado uma ampla gama de dificuldades enfrentadas pelos alunos e suas famílias durante as aulas remotas decorrentes do isolamento social, como ilustrado no quadro 10. Além dos problemas relacionados à infraestrutura, como falta de dispositivos e conexão instável à Internet, também houve dificuldades no uso das ferramentas digitais. Esses obstáculos impactaram a qualidade e efetividade do ensino, dificultando o acesso a uma educação de qualidade. A falta de familiaridade com plataformas *online*, problemas técnicos e a ausência de suporte adequado agravaram o desafio. O impacto emocional e psicológico da falta de socialização também foi significativo. A privação da interação presencial com colegas e professores gerou estresse e isolamento nos alunos, prejudicando seu

bem-estar. A socialização é essencial para seu desenvolvimento nessa fase da vida, e sua ausência teve efeitos negativos.

Para enfrentar esses desafios, é crucial tomar medidas adequadas, investir em infraestrutura tecnológica, acesso à Internet de qualidade e treinamento para alunos e professores são passos essenciais. Além disso, é fundamental fornecer suporte emocional e psicológico aos alunos, criando oportunidades de interação social segura, mesmo que virtualmente. Compreender essas dificuldades e implementar soluções eficazes contribuirá para uma educação remota mais inclusiva e de qualidade, permitindo que os alunos enfrentem o isolamento social com resiliência e sucesso.

Quadro 11 - Dificuldades enfrentadas pelas escolas e professores de Educação Básica

Dificuldades para Escolas e professores	Referência
Falta de espaço para ministrar aulas síncronas	(OCDE, 2022), (IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023), (SANTOS; LACERDA, 2022).
Falta de conexão	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (CIEB, 2022), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023).
Falta de local adequado para gravar aula	(SANTOS; LACERDA, 2022).
Sobrecarga de trabalho	(TROI TINHO <i>et al.</i> , 2021), (RAMOS <i>et al.</i> , 2023), (SANTOS; LACERDA, 2022), (BICALHO <i>et al.</i> , 2023).
Falta de equipamento	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (BANCO MUNDIAL, 2022), (CIEB, 2022), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023).
Problemas psicológicos	(BANCO MUNDIAL, 2022), (SANTOS; SILVA; BELMONTE, 2021), (TROI TINHO <i>et al.</i> , 2021), (RAMOS <i>et al.</i> , 2023), (BICALHO <i>et al.</i> , 2023).
Falta de apoio técnico para os professores	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (INEP 2022), (TROI TINHO <i>et al.</i> , 2021), (SANTOS; LACERDA, 2022), (SILVA <i>et al.</i> , 2021), (SILVA; JEREZ, 2020).
Falta de treinamento	(BANCO MUNDIAL, 2022), (RAMOS <i>et al.</i> , 2023), (STARLING-ALVES; HIRATA; OLIVEIRA, 2023), (SANTOS; LACERDA, 2022), (SILVA <i>et al.</i> , 2021), (SILVA; JEREZ, 2020), (UNESCO, 2020b).

Fonte: Autoria própria (2023)

O quadro 11 fornece uma visão geral das diversas dificuldades enfrentadas pelos professores e instituições de ensino público durante o período de ensino remoto. Essas dificuldades destacam os obstáculos encontrados nesse contexto. Entre os desafios identificados, destaca-se a falta de espaço adequado para ministrar aulas síncronas, o que impactou a concentração dos professores e a qualidade do ambiente de aprendizagem. A instabilidade da conexão à Internet também foi uma barreira significativa, prejudicando a qualidade das aulas *online* e a interação com os alunos. A falta de um local apropriado para gravar as aulas foi outro desafio enfrentado pelos professores, resultando em vídeos de qualidade inferior e dificuldades na preparação das aulas remotas. A sobrecarga de trabalho foi uma preocupação significativa, exigindo dos professores uma adaptação rápida e intensa, aumentando suas demandas e pressões.

A falta de equipamentos adequados, como computadores atualizados e câmeras de qualidade, limitou a eficiência do ensino remoto. Problemas psicológicos também surgiram, com estresse, ansiedade e sobrecarga emocional afetando o bem-estar dos professores devido à transição e ao isolamento social. A falta de suporte técnico, recursos e treinamento adequado também foram obstáculos enfrentados pelos professores. A ausência de assistência técnica e capacitação limitou a eficiência e a confiança dos professores no uso das ferramentas digitais, prejudicando sua capacidade de proporcionar uma experiência de aprendizagem envolvente.

Essas dificuldades mencionadas destacam a complexidade do ensino remoto durante o isolamento social. É crucial que as instituições de ensino e órgãos responsáveis forneçam suporte abrangente aos professores, incluindo treinamento adequado, acesso a recursos tecnológicos, assistência técnica e apoio emocional. Investimentos e ações efetivas são necessários para criar um ambiente propício ao ensino remoto de qualidade, garantindo uma educação inclusiva e significativa para os alunos.

Quadro 12 - Dificuldade no retorno da Pandemia

Dificuldades das escolas no retorno da pandemia	Referência
Falta de água potável	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (INEP, 2020)
Falta de energia	(OCDE, 2021a), (OCDE, 2021b), (INEP, 2020)
Falta de espaço para manter o distanciamento social	(OCDE, 2021a), (OCDE, 2021b), (INEP, 2020),
Falta de banheiros	(OCDE, 2021b), (INEP, 2020), (OCDE, 2021a)
Falta de produtos de limpeza	(OCDE, 2021b), (INEP, 2020).
Falta de treinamento para professores e equipe para uso de tecnologia	(BANCO MUNDIAL, 2022), (TROI TINHO <i>et al.</i> , 2021), (UNESCO, 2020b), (AVANESIAN; MIZUNOYA; AMARO, 2021).
Falta de conexão	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023), (INEP, 2022), (CIEB, 2022), (BICALHO <i>et al.</i> , 2023).
Ambientes mal ventilados	(IPEA, 2022), (MATIJASCIC; ROLON, 2023).
Equipamentos de segurança	(BANCO MUNDIAL, 2022).
Qualificação de professores	(BANCO MUNDIAL, 2022), (INEP, 2022), (RAMOS <i>et al.</i> , 2023), (SILVA <i>et al.</i> , 2021), (SILVA; JEREZ, 2020), (BRASIL 2023), (AVANESIAN; MIZUNOYA; AMARO, 2021).
Qualificação de pessoal de apoio	(BANCO MUNDIAL, 2022), (TROI TINHO <i>et al.</i> , 2021), (SILVA <i>et al.</i> , 2021), (SILVA; JEREZ, 2020), (AVANESIAN; MIZUNOYA; AMARO, 2021).
Merenda escolar	(LIBÂNEO, 2012); (UNESCO, 2022).

Fonte: Autoria própria (2023)

Durante o período de ensino remoto, os professores e as instituições de ensino pública enfrentaram uma série de dificuldades, como ilustrado no quadro 12. A falta de espaço adequado para ministrar aulas síncronas afetou a concentração dos professores e a qualidade do ambiente de aprendizagem. A instabilidade da conexão à Internet prejudicou a qualidade das aulas *online* e a interação com os alunos. Outro desafio foi a ausência de um local apropriado para gravar as aulas, resultando em vídeos de qualidade inferior e dificuldades na preparação do conteúdo. A sobrecarga de trabalho aumentou com a transição repentina para o ensino remoto, exigindo dos professores uma adaptação rápida e intensa. A falta de equipamentos adequados, como computadores atualizados e câmeras de qualidade, limitou a eficiência do

ensino remoto. Além disso, os problemas psicológicos decorrentes do estresse, da ansiedade e da sobrecarga emocional afetaram o bem-estar dos professores devido ao isolamento social.

A falta de suporte técnico, recursos e treinamento adequado também foram obstáculos enfrentados pelos professores, comprometendo a eficiência e a confiança no uso das ferramentas digitais, dificultando a criação de uma experiência de aprendizagem envolvente. Essas dificuldades evidenciam a complexidade do ensino remoto durante o isolamento social. É fundamental que as instituições de ensino e os órgãos responsáveis ofereçam um suporte abrangente aos professores, incluindo treinamento adequado, acesso a recursos tecnológicos, assistência técnica e apoio emocional. Investimentos e ações efetivas são necessários para estabelecer um ambiente propício ao ensino remoto de qualidade, garantindo uma educação inclusiva e significativa para os alunos.

A análise do conteúdo trazido pelas referências consultadas permitiu que fossem identificadas as principais dificuldades apresentadas nos ambientes escolares de educação básica tanto do ponto de vista de infraestrutura como do aspecto de financiamento, acolhimento dos alunos e professores, conectividade, recursos digitais e a capacitação dos professores, gestores e técnicos dedicados à escola.

5 DISCUSSÃO

Este capítulo engloba as discussões sobre os resultados encontrados na pesquisa. São analisados e interpretados os dados coletados, levando em consideração os objetivos propostos. Além disso, é elaborado um *framework* para a educação em tempos de pandemia, com base nos resultados e nas contribuições teóricas apresentadas ao longo da tese.

A maior avaliação de estudantes do mundo, o PISA, mostra que o Brasil está estagnado entre os piores índices de aprendizado (PISA, 2018). A OCDE, no estudo *Education Policy Outlook*, destacou como os principais desafios da educação brasileira a diminuição das desigualdades de acesso e a garantia de um processo de ensino e aprendizagem de qualidade (OCDE, 2021b).

A situação de recursos tecnológicos nas escolas públicas brasileiras antes da pandemia, principalmente na rede municipal, composta por 77,8% das escolas da educação básica (tabela 1), estava muito abaixo dos padrões dos países membros da OCDE e da América Latina. O quadro é congruente com a situação precária de muitas escolas brasileiras (OCDE, 2021a).

Na educação, a maioria dos países, na busca de alternativas para minimizar os efeitos do isolamento social produzido pela pandemia, passaram a fazer o uso das TDIC para continuidade das atividades em ambientes virtuais (PAÑOS-CASTRO; ARRUTI; KORRES, 2022). No Brasil, a medida foi respaldada legalmente com as portarias 343, de 17 de março de 2020 (MEC, 2020a), e 345, de 19 de março de 2020 (MEC, 2020b), do MEC que autorizou a oferta do ensino presencial por meio de recursos digitais. Em 2021, depois do retorno das atividades presenciais nas escolas, foi constatado o incremento de recursos tecnológicos na comparação com o período pré-pandêmico (tabela 2). O incremento indica que no período ocorreram investimentos públicos. A variação foi positiva em todos os recursos tecnológicos inventariados (tabela 3), mas muito aquém do necessário para reverter o quadro precário existente.

No período pandêmico, o deslocamento das atividades presenciais para ambientes virtuais produziu uma situação nova para professores e estudantes. A insuficiência de recursos tecnológicos, públicos ou pessoais, e a falta de familiaridade dos professores na utilização de TDIC tornaram-se evidentes. Os professores tiveram que ser treinados para ministrarem as suas aulas remotamente, com o intuito de adquirir as habilidades necessárias de TDIC para a educação, e ficou constatado que as salas de aulas virtuais deveriam estar bem-organizadas, para que uma aprendizagem produtiva fosse alcançada (AVANESIAN; MIZUNOYA; AMARO, 2021). Uma pesquisa conjunta envolvendo ministérios da educação de vários países

demonstrou que pelo menos um em cada três países não forneceu qualquer treinamento para os professores usarem as plataformas de aprendizado remoto (UNESCO, 2020b).

Entre as estratégias adotadas por escolas/secretarias de educação da rede pública junto aos professores para continuidade das atividades pedagógicas, há o destaque para a realização de reuniões virtuais de planejamento, coordenação e monitoramento das atividades (88,2%) com a utilização de *softwares* de videoconferência como o Zoom e o Google *Meet* e a reorganização/adaptação do planejamento/plano de aula com priorização de habilidades e conteúdos específicos (90,5%) (quadro 1). Outra estratégia amplamente adotada por escolas públicas no enfrentamento da baixa literacia digital de parcela importante de professores (LUCAS; MOREIRA, 2018), foi o treinamento para uso de métodos/materiais dos programas de ensino não presencial (59,4%) (quadro 1). Duas estratégias vistas como importantes, mas pouco empregadas, foram a disponibilização de equipamentos para os professores (computador, *notebook*, *tablets*, *smartphones*) (24,8%) e acesso gratuito ou subsidiado à Internet em domicílio (5,2%) (quadro 1) (CIEB, 2022).

Na direção das estratégias adotadas junto aos alunos para continuidade das atividades pedagógicas durante a suspensão das atividades presenciais nas escolas da rede pública, a utilização do *e-mail*, telefone, redes sociais e aplicativos de mensagens foram ferramentas amplamente utilizadas para a comunicação com a escola (80,3%) e para a comunicação direta com professores (84,7%) (quadro 2). De forma análoga com o ocorrido junto aos professores, a disponibilização de equipamentos para estudantes (8,26%) e acesso gratuito ou subsidiado à Internet em domicílio (6,15%) foram estratégias de exceção. Ainda que parcela significativa dos estudantes não necessitasse de equipamentos e acesso à Internet, o disponibilizado não atendeu a demanda (BARBOSA; ANJOS; AZONI, 2022) (CIEB, 2022).

Mesmo com o distanciamento imposto pela pandemia, a disponibilização de materiais de ensino e aprendizagem impressos para retirada na escola pelos alunos ou responsáveis e a entrega em domicílio foi a estratégia prevalente (94,4%) para o desenvolvimento das atividades de ensino e aprendizagem com os alunos, adotado por escolas públicas brasileiras (quadro 3). O emprego da estratégia provavelmente ocorreu em função da falta de acesso de parcela dos estudantes às TDIC. Outra estratégia importante foi a disponibilização de materiais de ensino e aprendizagem na Internet (77,2%) (quadro 3).

Com os resultados contidos no quadro 3 é possível, também, constatar a predominância de atividades assíncronas em detrimento de atividades síncronas. Com efeito, o distanciamento do professor com o aluno foi ainda maior do que poderia ser. Outro resultado que pode ser destacado é o quase inexistente, e muito provavelmente desnecessário, treinamento de

estudantes para uso de métodos/materiais dos programas de ensino não presencial. O quadro é completamente distinto do encontrado junto aos professores, mas substantivamente bem elucidado pela literatura (AVANESIAN; MIZUNOYA; AMARO, 2021).

Um facilitador na mudança do ensino presencial para o remoto foi a quantidade de plataformas digitais existentes, inclusive algumas de utilização gratuita. O *Whatsapp*, o *Zoom* e o *Youtube* foram as ferramentas para a realização de videoconferências mais usadas, com 85,6% das escolas fazendo uso (quadro 4). Como são ferramentas normalmente utilizadas no cotidiano, a adaptação para atividades acadêmicas remotas foi mais simples, não havendo a necessidade de desenvolver novas ferramentas. Mesmo assim, houve 30,8% de escolas da Secretaria de Educação Municipal ou Estadual que desenvolveram *software* específico para as atividades escolares remotas (quadro 4).

O Relatório Guia Edutec (CIEB, 2022), na comparação com o Censo Escolar da Educação Básica 2021 (INEP, 2022), é mais detalhado na identificação dos recursos tecnológicos disponíveis nas escolas públicas brasileiras, principalmente no inventário do acesso à Internet no espaço escolar e taxa de transmissão de dados (conexão), disponibilidade de equipamentos para docentes e estudantes e segurança dos equipamentos da escola (CIEB, 2022).

A utilização da conexão com a Internet como instrumento eficaz capaz de aumentar o desempenho educacional tem sido objeto de investigação nos últimos anos — (HENRIKSEN *et al.*, 2022); (GOOLSBEE; GURYAN, 2006); (VIGDOR; LADD; MARTINEZ, 2014); (BELO; FERREIRA; TELANG, 2014); (MALAMUD *et al.*, 2018). Em relação à Internet no espaço escolar para o ensino e aprendizagem, os resultados apresentados no Relatório Guia Edutec (quadro 5) são relativamente próximos dos contidos no Censo Escolar da Educação Básica 2021 (tabela 2) (52,1% vs 46,87%). A diferença pode ser explicada pela metodologia empregada nos dois levantamentos censitários. No Relatório Guia Edutec é considerada a disponibilização do acesso à Internet em todos os ambientes da escola (internos e externos), enquanto no Censo Escolar da Educação Básica 2021 é considerado apenas Internet para ensino e aprendizagem. No Relatório Guia Edutec é feita a análise da taxa de transmissão de dados (conexão). Foi identificada uma situação ideal, na qual diversas turmas conseguem conectar-se simultaneamente acessando conteúdos “pesados” em apenas 10,88% (quadro 6). A pior situação proposta, se uma turma inteira se conectar à rede simultaneamente, independentemente do conteúdo acessado, a Internet deixa de funcionar, foi localizada em 46,78% das escolas públicas brasileiras (quadro 6). No Censo Escolar da Educação Básica 2021 foi incluída a

questão Internet banda larga. Foi identificado este tipo de conexão em 51,1% das escolas (tabela 2).

Em relação a disponibilidade de equipamentos para docentes e estudantes, o levantamento feito pela Edutec apontou em 61,28% das escolas a situação emergente (32,83%) ou básica (28,45%) (tabela 4). Na situação emergente não existe nenhum dispositivo ou uma proporção maior que oito estudantes por dispositivo e na situação básica são oito estudantes por dispositivo (uso semanal) (quadro 7). O resultado é similar ao encontrado pela OCDE (OCDE, 2021a).

Em relação a segurança dos equipamentos, o levantamento da Edutec mostra que em mais de 75% das escolas não existe nenhuma (38,90%) ou baixíssima preocupação (36,22%) (quadro 8). A situação ideal, a existência de dispositivo de segurança (*firewall*) e antivírus instalados nos computadores com atualização periódica e a existência de instrumentos para segurança de dados, foi encontrada em apenas 7,84% das escolas.

Em conjunto, os resultados indicam que aproximadamente 50% das escolas públicas brasileiras possuem acesso à Internet para atividades de ensino e aprendizagem, predominando uma conexão de baixa qualidade, com um número reduzido de equipamentos por aluno com nenhuma ou pouca proteção dos equipamentos e dados, sendo a situação das escolas municipais a pior. Este retrato preocupante da educação brasileira revela que a precariedade é uma característica estrutural, afetando não apenas os locais com o maior número de alunos, mas também aqueles em que estão inseridos os indivíduos mais vulneráveis.

Com o quadro identificado, talvez não seja adequado falar em termos de legado. A conformação de um legado efetivo dependerá ainda do teste do tempo. Agora, é fato que houve avanços, e como registrado por organismos internacionais como a OCDE (OCDE, 2021b), esses avanços vêm ocorrendo de forma sistemática nas últimas três décadas. Com a pandemia, as TDIC foram colocadas em foco. Algumas lições foram aprendidas. Os professores tiveram que aprender muito e rápido, e isso majoritariamente aconteceu. Este aprendizado está, inclusive, produzindo um avanço necessário na educação brasileira com a utilização das TDIC de forma mais ampla.

As escolas públicas federais (n=665; 0,48% do universo) foram exceções notáveis na comparação com as estaduais e municipais. Iniciativas como o Education Roaming (Eduroam), serviço de acesso que foi desenvolvido para a comunidade internacional de educação e pesquisa, permitindo que os estudantes das instituições de ensino se conectem à Internet por meio de pontos de acesso sem fio, utilizando as mesmas credenciais de usuário e senha cadastradas na instituição de ensino que estuda (EDUROAM, 2023), e a conexão pela Rede

Nacional de Pesquisa (RNP), que é uma rede brasileira desenvolvida para a educação e pesquisa e disponibiliza o acesso à Internet para universidades, institutos educacionais e culturais, agências de pesquisa, hospitais de ensino, parques e polos tecnológicos fizeram a diferença (RNP, 2023).

Em termos práticos, embora seja difícil falar em termos de legado, pode-se inferir que, a fim de preservar os avanços alcançados durante a pandemia, é necessário transformar fundamentalmente a situação atual. Uma educação de qualidade demanda investimentos, o Brasil investe pouco e mal na sua educação básica (LIBÂNEO, 2012). Ademais, na atualidade, uma educação de qualidade demanda TDIC (OCDE, 2019).

A questão das TDIC vai além da sua mera existência, exigindo sustentabilidade. Não é suficiente apenas adquirir ferramentas tecnológicas, garantir que os atores envolvidos dominem seu uso e assegurar a existência de conectividade. É necessário estabelecer políticas públicas que garantam a inclusão efetiva das TDIC na educação brasileira, e essas políticas devem ser permanentes e centralizadas, não podendo ser deixadas exclusivamente nas mãos de municípios e estados. As políticas públicas no Brasil tiveram avanços consideráveis ao longo dos anos, contribuindo para transformar o cenário educacional. No entanto, elas também encontraram limitações e precisaram ser adaptadas para incorporar as tecnologias disponíveis e ajustar as práticas educacionais de acordo com as necessidades dos estudantes, professores, processos de aprendizagem e mudanças sociais (CANDIAN; BRUNO, 2020). Para que as TDIC sejam uma realidade sustentável, essas políticas devem garantir investimentos em infraestrutura, recursos financeiros para a manutenção e atualização dos equipamentos, além de pessoal qualificado para desenvolver e operar os equipamentos e laboratórios. Além disso, é essencial investir na capacitação contínua dos professores, a fim de que estejam aptos a utilizar efetivamente as TDIC em suas práticas pedagógicas. Dessa forma, ao estabelecer políticas públicas que englobem esses aspectos, será possível promover a sustentabilidade das TDIC na educação brasileira, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento e funcionamento adequado dos recursos tecnológicos, laboratórios e aprimoramento dos profissionais envolvidos.

Considerando que o Brasil é um país marcado por diversas realidades socioeconômicas, a ausência de políticas públicas que garantam a sustentabilidade do uso das TDIC pode acarretar no aumento das desigualdades entre as escolas públicas localizadas em regiões mais desenvolvidas economicamente e aquelas situadas em áreas com condições sociais menos favoráveis. É fundamental estabelecer políticas públicas abrangentes que sejam coordenadas pelo MEC, dada sua posição central e capacidade de coordenação. Essas políticas têm o

propósito de assegurar que mesmo os municípios e estados mais carentes tenham a oportunidade de manter o uso das TDIC nas escolas de educação básica. Desse modo, as políticas públicas podem direcionar recursos financeiros e tecnológicos para as regiões menos favorecidas, promovendo a redução das disparidades no acesso e uso das TDIC. Isso contribuirá para minimizar o risco de ampliação das desigualdades educacionais e garantir que todas as escolas públicas, independentemente de sua localização geográfica ou condição socioeconômica, tenham condições adequadas para adotar e integrar as TDIC em suas práticas pedagógicas.

Além disso, essas políticas devem considerar não apenas a disponibilidade de recursos materiais, mas também a capacitação de professores e gestores escolares, para que possam utilizar efetivamente as TDIC no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, será possível promover a equidade e a inclusão digital, proporcionando a todos os estudantes oportunidades igualitárias de acesso ao conhecimento e ao desenvolvimento de habilidades necessárias para enfrentar os desafios do século XXI.

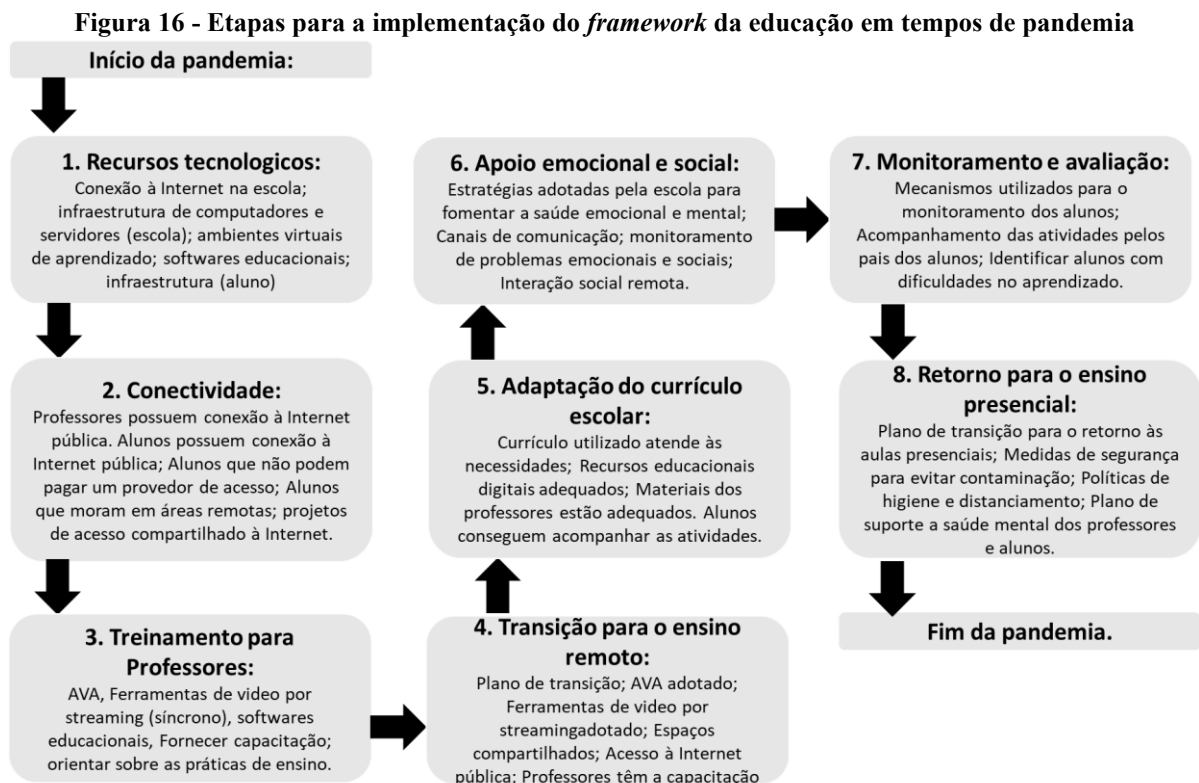
Um dos principais riscos associados à falta de destinação de recursos que garantam a sustentabilidade do uso das TDIC, é a possibilidade de se perder, ao longo do tempo, os avanços e aprendizados que ocorreram na área da educação durante o período da pandemia. Atualmente, o Brasil enfrenta desafios significativos no setor educacional. Em comunidades carentes, a falta de merenda escolar e a escassez de investimentos na educação têm sido questões recorrentes (LIBÂNEO, 2012). Essa realidade complexa torna difícil acreditar que, de forma sustentável, serão alcançados patamares similares aos países da OCDE nas próximas décadas (UNESCO, 2022). No entanto, é fundamental reconhecer a importância de investimentos consistentes e políticas públicas efetivas para a área educacional.

Ao destinar recursos específicos para a sustentabilidade do uso das TDIC, pode-se consolidar e ampliar os avanços alcançados durante a pandemia. Isso inclui investimentos em infraestrutura tecnológica, capacitação de professores e gestores, além de programas de inclusão digital para alunos e comunidades mais vulneráveis. Ao superar os desafios socioeconômicos e priorizar a educação como uma das principais alavancas para o desenvolvimento do país, é possível construir um futuro em que a aprendizagem potencializada pelas TDIC seja uma realidade constante. Embora o caminho seja complexo, o compromisso com políticas públicas abrangentes, o envolvimento de diversos atores sociais e a destinação de recursos adequados são passos essenciais para garantir que o Brasil avance em direção a patamares educacionais mais elevados e a uma sociedade mais equitativa.

5.1 *Framework*: educação em tempos de pandemia

Foi desenvolvido um *framework* com base nas experiências das instituições públicas de ensino brasileiras e nas abordagens adotadas durante todo o período de restrições para servir como um guia abrangente no intuito de orientar escolas, professores e alunos na implementação de estratégias eficazes de ensino, permitindo assim a continuidade do processo educacional mesmo em períodos de contenção. Devido às restrições de distanciamento social impostas pela pandemia de COVID-19, as instituições públicas de ensino brasileiras foram obrigadas a fechar suas portas temporariamente. No entanto, reconheceu-se a importância de garantir a continuidade das atividades escolares a fim de evitar perdas significativas na educação dos estudantes.

A figura 16 apresenta as oito etapas que foram utilizadas para a implementação do *framework*.



Fonte: Autoria própria (2023)

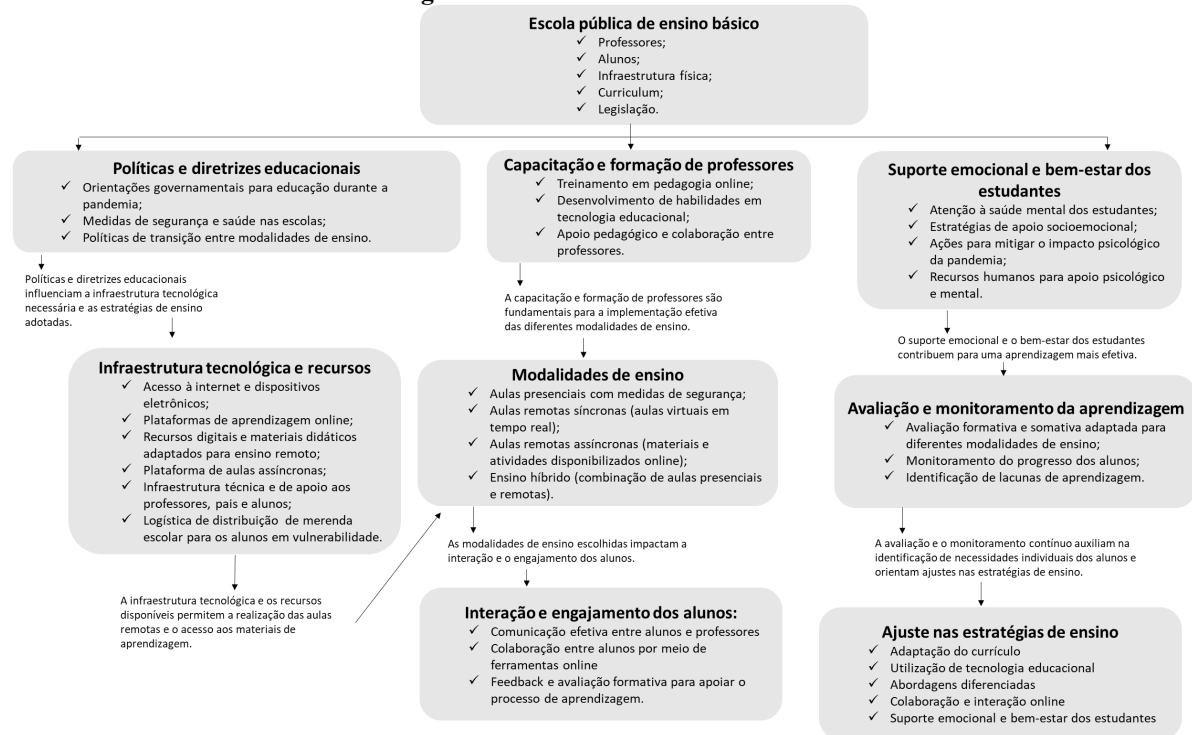
A sua implementação visa fornecer abordagens e estratégias necessárias para garantir a continuidade do processo de ensino e aprendizagem, mesmo diante do fechamento físico devido ao distanciamento social. É importante ressaltar que a implementação pode variar de acordo com as características de cada instituição de ensino. A elaboração oferece um direcionamento

claro e orientações para educadores, gestores escolares e demais envolvidos no processo educacional, auxiliando na organização e planejamento das ações necessárias para enfrentar os desafios específicos impostos pela pandemia. Ao estabelecer diretrizes e princípios comuns, buscou-se promover consistência e coerência nas abordagens adotadas, garantindo alinhamento nas estratégias e práticas educacionais. A construção baseou-se em experiências e melhores práticas identificadas em diferentes contextos educacionais, permitindo o compartilhamento dessas práticas e aprendizado mútuo entre as escolas, em benefício de alunos e educadores. Em relação à tomada de decisões, a ferramenta irá oferecer uma base sólida para embasar escolhas e ações futuras em situações de pandemia. As diretrizes e princípios servem como referência para avaliar opções disponíveis e determinar a melhor abordagem a ser adotada.

A elaboração e implementação do *framework* apresenta uma série de vantagens significativas. Em primeiro lugar, oferece um direcionamento claro para orientar as ações e esforços no campo educacional, estabelecendo metas e objetivos bem definidos. Além disso, permite a harmonização das práticas educacionais, promovendo a coerência e evitando abordagens fragmentadas ou contraditórias, facilitando o compartilhamento de melhores práticas entre instituições de ensino e permitindo que experiências bem-sucedidas sejam disseminadas e replicadas em diferentes contextos. Outra vantagem importante é o apoio à tomada de decisões fundamentadas. Com a utilização, os responsáveis pela educação podem basear suas escolhas em diretrizes estabelecidas, considerando aspectos como a segurança dos alunos, o acesso a recursos educacionais e as necessidades individuais dos estudantes. Isso contribui para a eficácia das medidas adotadas durante a pandemia.

Na figura 17, é possível observar alguns aspectos importantes que foram utilizados para a elaboração da estrutura do *framework* construído neste trabalho.

Figura 17 - Estrutura do *Framework*



Fonte: Autoria própria (2023)

As circunstâncias podem variar amplamente de região para região, e o *framework* deve ser flexível o suficiente para acomodar essas diferenças e permitir abordagens personalizadas que atendam às necessidades específicas de cada comunidade educacional. Com o *framework* estabelecido, é possível implementar sistemas de acompanhamento e avaliação consistentes, permitindo a análise contínua dos resultados alcançados. Isso auxilia na identificação de áreas que necessitam de melhorias e na definição de estratégias para maximizar o impacto das ações educacionais durante a pandemia. Uma comunicação efetiva é facilitada por meio de um *framework* bem estruturado, fornecendo uma linguagem comum e um conjunto compartilhado de referências, permitindo uma comunicação clara e precisa entre os diferentes atores envolvidos no sistema educacional. Isso é essencial para garantir a coordenação e o alinhamento das atividades, evitando a duplicação de esforços e maximizando a eficiência dos recursos disponíveis.

A seguir são detalhadas cada uma das etapas do *framework*, juntamente com a sua respectiva especificação formal em formato de redes de Petri.¹

¹ Para uma melhor visualização das figuras do *framework*, elas estão disponibilizadas em formato ampliado no apêndice deste trabalho, bem como o P-Invariant equations da rede de Petri de cada Etapa do *framework* implementado.

5.1.1 Etapa 1 - Recursos tecnológicos

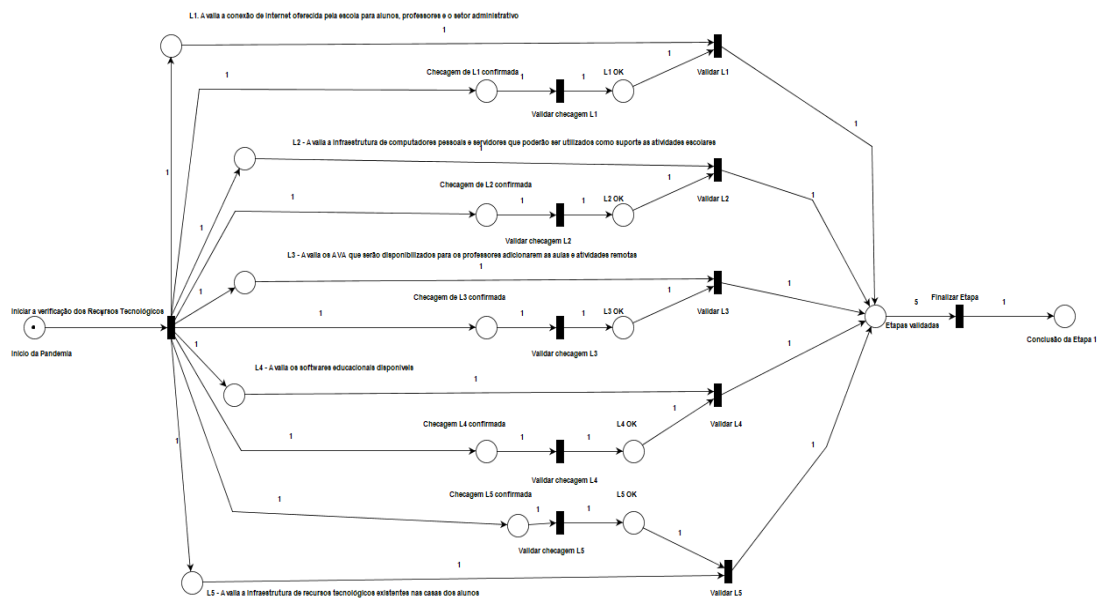
Estes recursos são essenciais para que as atividades remotas possam ser desenvolvidas pela escola, professores e alunos. Não é possível substituir as aulas presenciais pelas remotas se não houver recursos mínimos para que as atividades possam ser realizadas e acompanhadas pelos alunos. A escola deve avaliar cada item e verificar quais os pontos frágeis, a fim de tomar atitudes adequadas para suprir as necessidades de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, muitas escolas forneceram dispositivos computacionais aos alunos de baixa renda.

Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Avaliar a conexão de Internet oferecida pela escola para alunos, professores e o setor administrativo;
- ✓ Avaliar a infraestrutura de computadores pessoais e servidores que poderão ser utilizados como suporte às atividades escolares;
- ✓ Avaliar os AVA que serão disponibilizados para os professores adicionarem as aulas e atividades remotas;
- ✓ Avaliar os *softwares* educacionais disponíveis;
- ✓ Avaliar a infraestrutura de recursos tecnológicos existentes nas casas dos alunos.

Pode-se verificar na figura 18 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 1 (recursos tecnológicos), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

Figura 18 - Etapa 1: recursos tecnológicos



Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.2 Etapa 2 - Conectividade

Em um mundo cada vez mais conectado pela Internet, é crucial que alunos e professores tenham acesso à rede mundial de computadores para realizar atividades educacionais remotas. No entanto, muitos estudantes enfrentam dificuldades em arcar com os custos de uma conexão de banda larga, como DSL ou fibra óptica, o que pode levar à exclusão digital e até mesmo à evasão escolar durante períodos de pandemia. Assegurar o acesso à Internet de qualidade é uma das prioridades mais importantes a serem abordadas. É fundamental que os alunos tenham acesso seguro e a uma taxa de transmissão de dados adequada para acompanhar as aulas tanto síncronas quanto assíncronas.

Nesse sentido, é necessário buscar soluções viáveis para garantir a inclusão digital dos alunos. Isso pode envolver parcerias com provedores de serviços de Internet, governos e organizações não governamentais para oferecer conexões de baixo custo ou gratuitas aos estudantes que não possuem recursos para arcar com as despesas. Além disso, é importante explorar alternativas, como o uso de redes móveis, pontos de acesso público ou até mesmo a distribuição de dispositivos com acesso à Internet. A fim de garantir um acesso equitativo, é fundamental considerar as necessidades individuais dos alunos. Isso pode incluir a identificação de regiões ou comunidades com acesso limitado à Internet e o direcionamento de esforços para fornecer soluções específicas para essas áreas.

Ademais, é importante fornecer suporte técnico e treinamento aos alunos e professores para que possam utilizar efetivamente a infraestrutura disponível. Ao superar as barreiras de acesso à Internet, é possível criar condições para que os estudantes possam participar plenamente das atividades educacionais remotas. Isso contribuirá para reduzir as disparidades educacionais, garantindo que todos os alunos tenham igualdade de oportunidades de aprendizado, mesmo em tempos desafiadores como os vivenciados durante a pandemia.

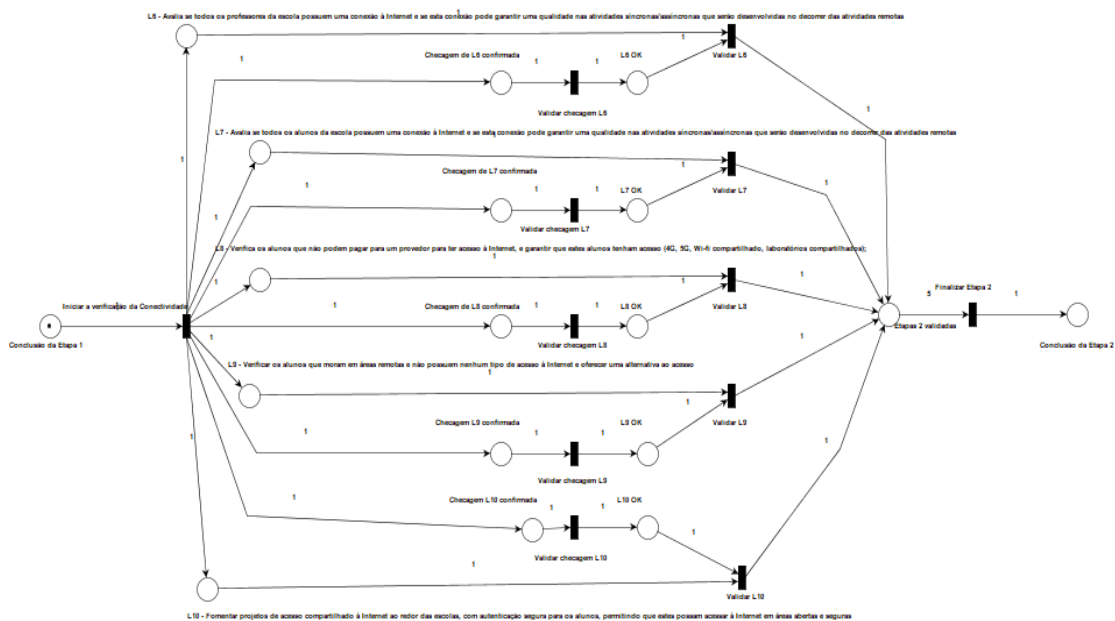
Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Avaliar se todos os professores da escola possuem uma conexão à Internet e se esta conexão pode garantir uma qualidade nas atividades síncronas/assíncronas, que serão desenvolvidas no decorrer das atividades remotas;
- ✓ Avaliar se todos os alunos da escola possuem uma conexão à Internet e se esta conexão pode garantir uma qualidade nas atividades síncronas/assíncronas, que serão desenvolvidas no decorrer das atividades remotas;

- ✓ Verificar os alunos que não podem pagar para um provedor para ter acesso à Internet e garantir que estes alunos tenham acesso (4G, 5G, *Wi-fi* compartilhado, laboratórios compartilhados);
- ✓ Verificar os alunos que moram em áreas remotas e não possuem nenhum tipo de acesso à Internet e oferecer uma alternativa ao acesso;
- ✓ Fomentar projetos de acesso compartilhado à Internet ao redor das escolas, com autenticação segura para os alunos, permitindo que estes possam acessar à Internet em áreas abertas e seguras.

Pode-se verificar na figura 19 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 2 (conectividade), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

Figura 19 - Etapa 2: conectividade



Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.3 Etapa 3 - Treinamento para Professores

Com a mudança drástica da modalidade de ensino para o formato remoto, os professores tiveram que se adaptar com uma nova sala de aula, a virtual. Muitos professores não tinham conhecimento suficiente para desenvolver as atividades escolares com a utilização destas novas ferramentas. AVA tiveram que ser adotados para que os professores pudessem disponibilizar o conteúdo das suas aulas para os alunos. Ferramentas de transmissão de vídeo por *streaming* foram utilizadas para as aulas remotas síncronas, e tiveram que ser incorporadas na rotina dos

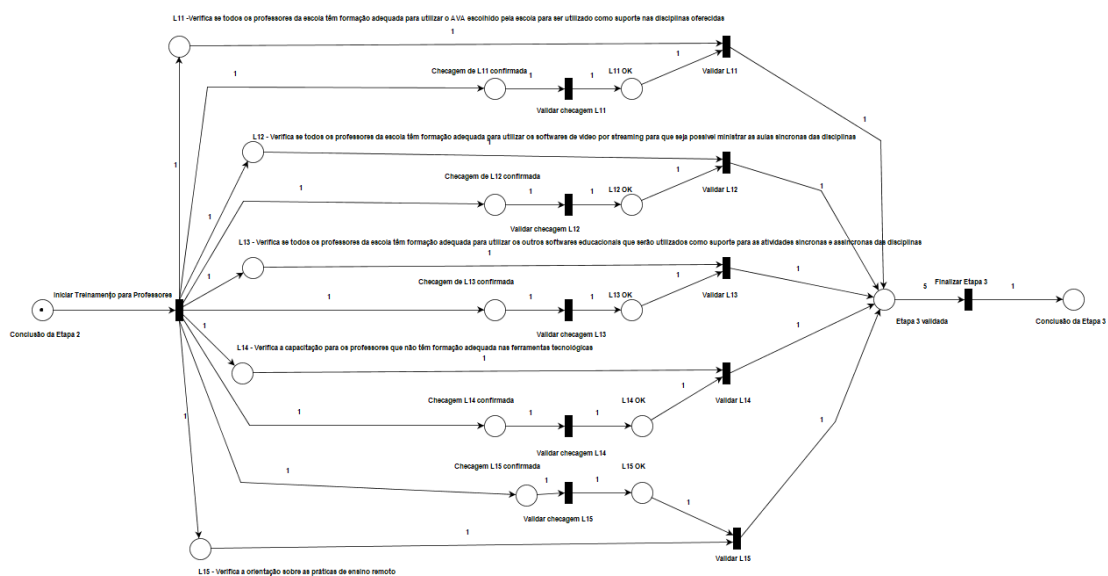
professores. Essa mudança foi um desafio para uma grande parte dos educadores, que não estavam acostumados com a utilização do computador e da Internet para as suas atividades escolares. Visto que muitos não sabiam utilizar as ferramentas tecnológicas, foi necessário investir na capacitação dos professores para o uso efetivo das ferramentas digitais.

Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Verificar se todos os professores da escola têm formação adequada para utilizar o AVA escolhido pela escola a ser utilizado como suporte nas disciplinas oferecidas;
- ✓ Verificar se todos os professores da escola têm formação adequada para utilizar os *softwares* de vídeo por *streaming* para que seja possível ministrar as aulas síncronas das disciplinas;
- ✓ Verificar se todos os professores da escola têm formação adequada para utilizar os outros *softwares* educacionais que serão utilizados como suporte para as atividades síncronas e assíncronas das disciplinas;
- ✓ Fornecer capacitação para os professores que não têm formação adequada nas ferramentas tecnológicas;
- ✓ Fornecer orientação sobre as práticas de ensino remoto.

Pode-se verificar na figura 20 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 3 (treinamento para professores), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

Figura 20 - Etapa 3: treinamento para Professores



Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.4 Etapa 4 - Transição para o ensino remoto

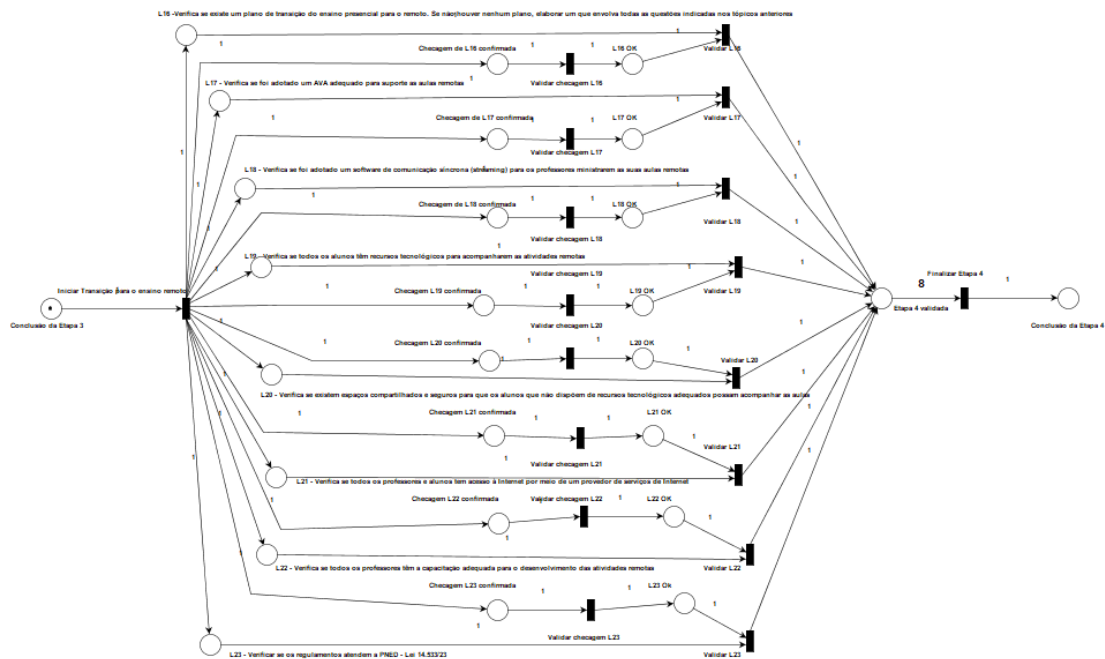
Na pandemia de COVID-19 uma parcela significativa das escolas mudou as aulas presenciais para o ensino remoto emergencial, por conta do distanciamento social imposto pelo vírus. Essa mudança acarretou uma série de modificações na forma como professores e alunos interagiram em sala de aula, foi necessário a adoção de ferramentas auxiliares para que estas mudanças pudessem ter sido efetivadas com sucesso, por exemplo: o uso de tecnologias de comunicação, a adoção de AVA e o compartilhamento de recursos digitais.

Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Verificar se existe um plano de transição do ensino presencial para o remoto. Se não houver nenhum plano, elaborar um que envolva todas as questões indicadas nos tópicos anteriores;
- ✓ Verificar se foi adotado um AVA adequado para suporte às aulas remotas;
- ✓ Verificar se foi adotado um *software* de comunicação síncrona (*streaming*) para os professores ministrarem as suas aulas remotas;
- ✓ Verificar se todos os alunos têm recursos tecnológicos para acompanharem as atividades remotas;
- ✓ Verificar se existem espaços compartilhados e seguros para que os alunos que não dispõem de recursos tecnológicos adequados possam acompanhar as aulas com a utilização destes ambientes;
- ✓ Verificar se todos os professores e alunos têm acesso à Internet por meio de um provedor de serviços de Internet;
- ✓ Verificar se todos os professores têm a capacitação adequada para o desenvolvimento das atividades remotas.
- ✓ Verificar se os regulamentos atendem a PNEB - Lei 14.533/23 (BRASIL, 2023).

Pode-se verificar na figura 21 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 4 (transição para o ensino remoto), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

Figura 21 - Etapa 4: transição para o ensino remoto



Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.5 Etapa 5 - Adaptação do currículo escolar

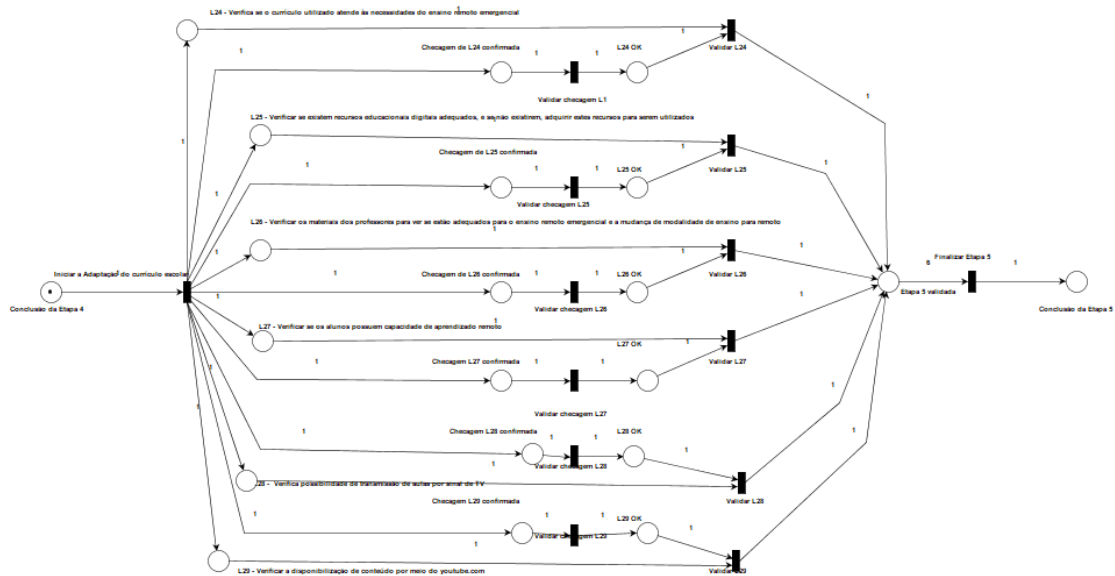
As escolas tiveram que modificar e adaptar o currículo escolar para que fosse possível atender as atividades remotas, com a redução da carga horária ou ajustes para a priorização de alguns conceitos mais importantes. Com a aula remota emergencial, o aluno não estava mais presente fisicamente na sala de aula, por isso foram necessárias alterações para atendimentos personalizados durante o período das aulas, para que fosse possível acompanhar as atividades e verificar aqueles que tiveram dificuldades no aprendizado remoto.

Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Verificar se o currículo utilizado atende às necessidades do ensino remoto emergencial;
- ✓ Verificar se existem recursos educacionais digitais adequados, e se não existirem, adquirir esses recursos para serem utilizados;
- ✓ Verificar os materiais dos professores para ver se estão adequados para o ensino remoto emergencial e a mudança de modalidade de ensino para remoto;
- ✓ Verificar se os alunos possuem capacidade de aprendizado remoto;
- ✓ Verificar possibilidade de transmissão de aulas por sinal de TV;
- ✓ Verificar a disponibilização de conteúdo por meio do *youtube.com*.

Pode-se verificar na figura 22 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 5 (adaptação do currículo escolar), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

Figura 22 - Etapa 5: adaptação do currículo escolar



Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.6 Etapa 6 - Apoio emocional e social

Muito além de disponibilizar recursos tecnológicos para o acompanhamento das atividades síncronas/assíncronas com a mudança para o ensino remoto emergencial, em períodos de estresse emocional como foi o da pandemia de COVID-19, professores e alunos precisam de apoio emocional e social para que possam desenvolver as suas atividades com perfeita saúde. É necessário que as escolas disponibilizem serviços que atendam a essa demanda, tendo em mente que é importante a implementação de programas de apoio psicossocial e serviços de aconselhamento para a verificação da saúde mental, com o intuito de mitigar os impactos emocionais da distância física.

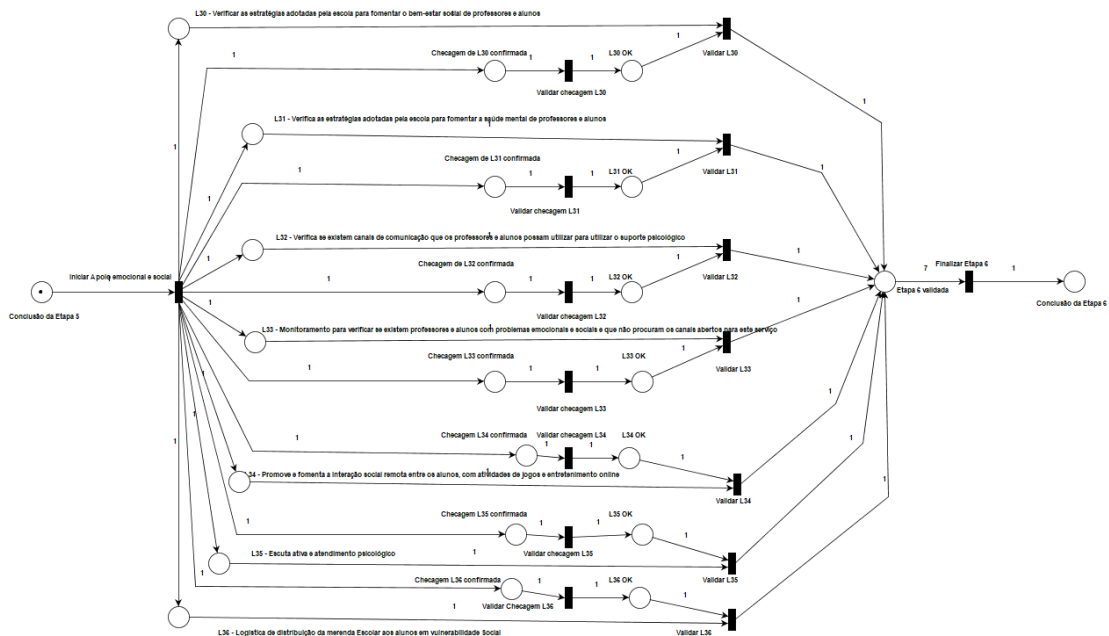
Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Verificar as estratégias adotadas pela escola para fomentar o bem-estar social de professores e alunos;
- ✓ Verificar as estratégias adotadas pela escola para fomentar a saúde mental de professores e alunos;

- ✓ Verificar se existem canais de comunicação que os professores e alunos possam utilizar para utilizar o suporte psicológico;
- ✓ Fazer um monitoramento para verificar se existem professores e alunos com problemas emocionais e sociais e que não procuram os canais abertos para este serviço, com o objetivo de evitar algum caso mais grave de depressão entre a comunidade acadêmica;
- ✓ Promover e fomentar a interação social remota entre os alunos, com atividades de jogos e entretenimento *online*, visando um ambiente mais descontraído para os alunos;
- ✓ Escuta ativa e atendimento psicológico;
- ✓ Logística de distribuição da merenda escolar aos alunos em vulnerabilidade social.

Pode-se verificar na figura 23 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 6 (apoio emocional e social), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

Figura 23 - Etapa 6: apoio emocional e social



Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.7 Etapa 7 - Monitoramento e avaliação

Foi necessário criar mecanismos de acompanhamento para verificar o andamento do aluno nas disciplinas e verificar se era preciso reforços de materiais e acompanhamento individual. As avaliações tradicionais tiveram que ser adaptadas para a nova realidade, sendo

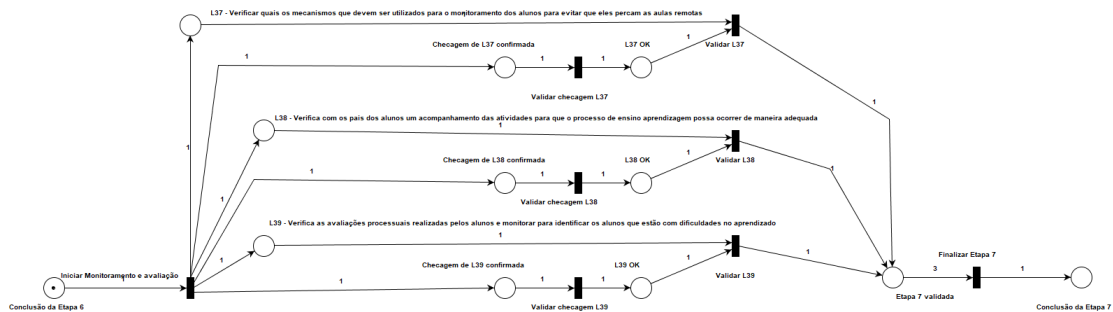
introduzidas várias formas de avaliação como projetos, grupos de trabalho e apresentação em forma de palestra utilizando *software* de comunicação síncrona.

Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Verificar quais os mecanismos que devem ser utilizados para o monitoramento dos alunos para evitar que eles percam as aulas remotas;
- ✓ Verificar com os pais dos alunos um acompanhamento das atividades para que o processo de ensino aprendizagem possa ocorrer de maneira adequada, evitando assim que alunos percam as aulas síncronas e tenham acesso ao material;
- ✓ Verificar as avaliações processuais realizadas pelos alunos e monitorar para identificar os alunos que estão com dificuldades no aprendizado e assim estabelecer estratégias de reforço.

Pode-se verificar na figura 24 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 7 (monitoramento e avaliação), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

Figura 24 - Etapa 7: Monitoramento e avaliação



Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.8 Etapa 8 - Retorno para o ensino presencial

Ao fim de uma pandemia, deve existir um plano para a transição de retorno à modalidade presencial. As instituições públicas de ensino brasileiras devem se preocupar com o retorno das aulas e fazer um planejamento de como irão receber os alunos para uma nova fase.

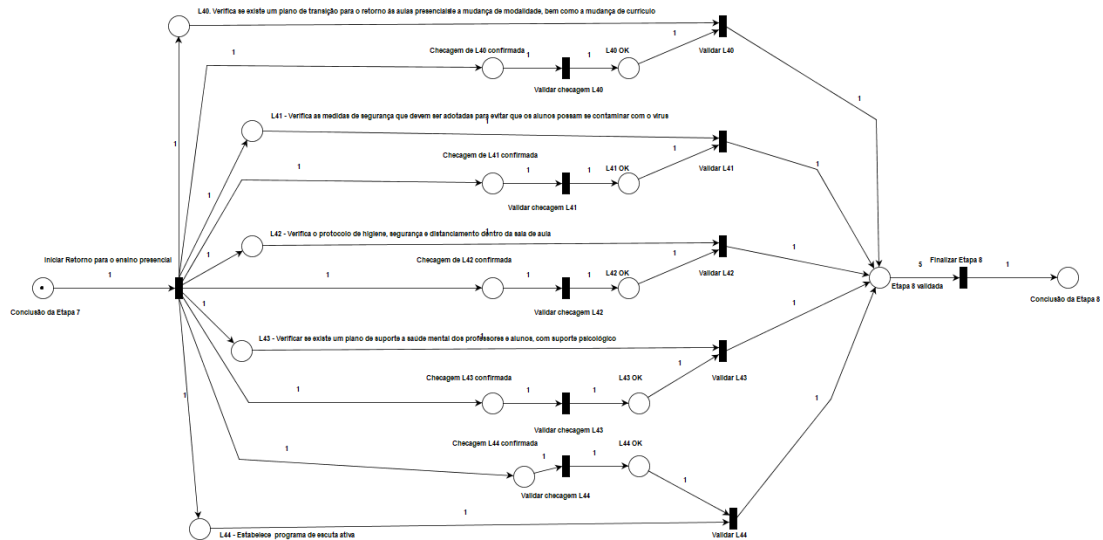
Os itens importantes para serem avaliados neste tópico são:

- ✓ Verificar se existe um plano de transição para o retorno às aulas presenciais e a mudança de modalidade, bem como a mudança de currículo, retornando ao modelo antes da pandemia;

- ✓ Verificar as medidas de segurança que devem ser adotadas para evitar que os alunos possam se contaminar com o vírus e assim espalhar a doença;
- ✓ Verificar o protocolo de higiene, segurança e distanciamento dentro da sala de aula;
- ✓ Verificar se existe um plano de suporte a saúde mental dos professores e alunos, com suporte psicológico;
- ✓ Estabelecer programa de escuta ativa.

Pode-se verificar na figura 25 a representação por meio de uma rede de Petri da etapa 8 (retorno para o ensino presencial), indicando os lugares, as transições e o conjunto de arcos que fornecem a relação de fluxo da rede.

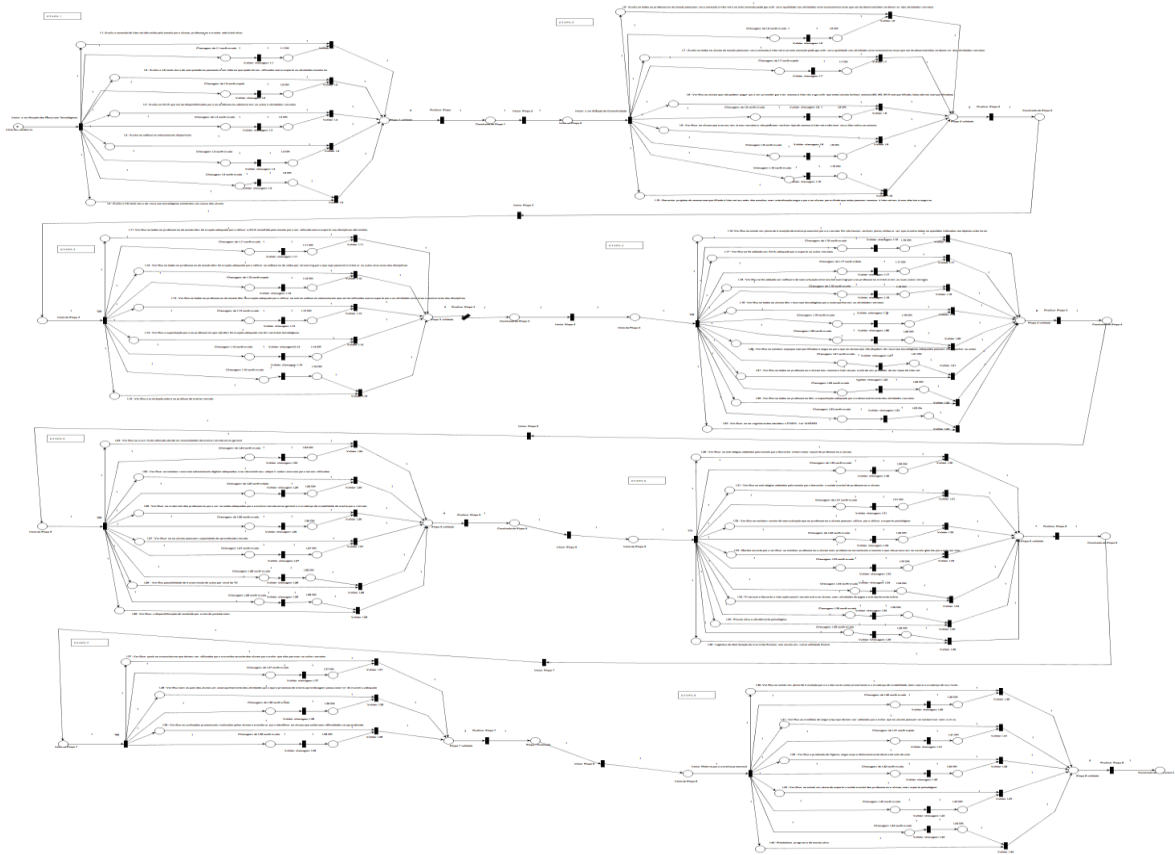
Figura 25 - Etapa 8: retorno para o ensino presencial



Fonte: Autoria própria (2023)

Pode-se verificar na figura 26 a representação por meio de uma rede de Petri do *framework* completo, com as 8 etapas integradas e implementadas de forma sequencial

Figura 26 - Framework da educação em tempos de pandemia



Fonte: Autoria própria (2023)

Embora o *framework* forneça uma estrutura sólida, também é flexível o suficiente para se adaptar às particularidades e necessidades específicas de cada contexto educacional. Dessa forma, as escolas podem personalizar as estratégias e ações de acordo com suas realidades locais. A inclusão de indicadores e critérios no *framework* possibilita o monitoramento e avaliação do progresso e impacto das ações implementadas, identificando áreas que estão obtendo bons resultados e as que necessitam de ajustes, favorecendo a melhoria contínua e aprendizado ao longo do tempo. Além disso, serve como uma referência comum para a comunicação entre os envolvidos no processo educacional, como educadores, alunos, pais e comunidade em geral. Ele facilita o engajamento e a colaboração, promovendo uma compreensão compartilhada e maior envolvimento de todos os atores educacionais e poderá contribuir para o engajamento de todos os envolvidos no processo educacional. Ao estabelecer diretrizes claras e proporcionar um senso de propósito comum, ele promove a colaboração entre professores, gestores, pais e alunos, criando um ambiente favorável à aprendizagem.

6 CONCLUSÕES

O presente estudo apresenta a relevância da elaboração de um *framework* fundamentado em redes de Petri, destinado à contenção e manutenção do ensino, como um guia sólido para direcionar iniciativas futuras no enfrentamento de potenciais crises nas instituições de ensino públicas. Ao longo deste trabalho, foram delineados objetivos específicos que, de forma estruturada, contribuíram para a execução do propósito.

A pesquisa buscou identificar os recursos tecnológicos acessíveis às instituições públicas de educação básica brasileiras durante o contexto pandêmico e essa etapa permitiu o entendimento da infraestrutura disponível e suas limitações, verificando os desafios na implementação de soluções educacionais remotas. Em 2019, antes do advento da pandemia, o cenário dos recursos tecnológicos nas escolas públicas brasileiras era significativamente inadequado em relação aos padrões internacionais, como visto nos países membros da OCDE, o que é consistente com a situação precária de muitas instituições de ensino brasileiras. Após o retorno das atividades escolares presenciais em 2021, houve um aumento da disponibilidade e utilização de recursos tecnológicos em relação ao período anterior à pandemia, indicando investimento público, embora esse investimento tenha sido insuficiente para sanar as inadequações existentes.

Para que as TDIC sobrevivam, elas devem ser sustentáveis. Não basta simplesmente adquirir ferramentas tecnológicas, é necessário fornecer recursos suficientes para que alunos e professores dominem seu uso e para que o governo implemente políticas públicas que garantam a sustentabilidade. No Brasil, um dos riscos de não alocar recursos para garantir a sustentabilidade dos investimentos em TDIC durante a pandemia é que os ganhos e avanços ocorridos na educação no período se percam com o tempo. Em um país onde as comunidades de baixa renda carecem de merenda escolar e o investimento em educação não é uma prioridade, é difícil imaginar que níveis de TDIC semelhantes aos de outros países da OCDE sejam alcançados de forma sustentável nas próximas décadas sem políticas públicas governamentais adequadas. Em termos práticos, pode-se inferir que é preciso transformar o cenário atual para que os avanços conquistados durante a pandemia não sejam perdidos. Educação de qualidade demanda investimento, e o Brasil investe pouco e mal na educação básica. Além disso, a educação de qualidade no mundo de hoje requer TDIC.

Foi realizada a avaliação do tipo e da qualidade das conexões à Internet nas instituições de ensino público para compreender as capacidades e restrições que moldaram a natureza do ensino a distância. O conhecimento desses fatores foi essencial para informar as abordagens

educacionais e tecnológicas apropriadas. A distribuição das respostas mostra uma variedade de cenários em relação à capacidade de conexão das escolas. Quase metade das escolas participantes indicou que a Internet se torna inoperante quando uma turma inteira se conecta simultaneamente, independentemente do tipo de conteúdo acessado. Isso destaca uma carência substancial de capacidade de rede, o que pode comprometer seriamente a realização de atividades educacionais *online* de maneira eficaz. Por outro lado, uma parcela significativa das escolas relatou que uma turma inteira pode se conectar à rede, mas instabilidades ocorrem apenas quando os alunos acessam conteúdos mais pesados, como vídeos, jogos ou transferência de arquivos. Essa situação indica uma capacidade de conexão relativamente melhor, porém ainda sujeita a desafios quando as demandas de largura de banda aumentam.

Ademais, apenas uma fração menor das escolas afirmou que conseguem sustentar conexões simultâneas de turmas inteiras acessando conteúdos pesados, enquanto outra parcela similar relatou que conseguem suportar diversas turmas acessando tais conteúdos sem comprometer significativamente a qualidade da conexão. Essa distribuição de respostas ressalta a heterogeneidade das condições de conectividade nas escolas públicas brasileiras. As limitações de largura de banda e a qualidade das conexões podem ter um impacto direto no ensino remoto, na disponibilidade de recursos educacionais *online* e na participação dos alunos em atividades virtuais. Portanto, a interpretação cuidadosa desses dados é crucial para informar as políticas e iniciativas que buscam melhorar a infraestrutura digital das escolas e promover uma experiência educacional mais consistente e inclusiva.

O estudo destacou as boas práticas de utilização de TDIC durante a pandemia de COVID-19. Essas práticas forneceram *insights* valiosos sobre como as instituições educacionais podem otimizar o uso das ferramentas tecnológicas para manter a eficácia do processo de ensino e aprendizagem em cenários de crise. Foram implementadas estratégias direcionadas à educação básica como resposta aos desafios impostos pelo distanciamento social. O objetivo primordial dessas abordagens consistiu em assegurar a continuidade do processo educativo e tais práticas demonstraram sua capacidade de alcançar os alunos de maneira abrangente, adaptando-se às distintas realidades e recursos disponíveis. O mérito dessas ações reside na habilidade demonstrada pelas escolas e instituições de ensino para se adaptarem frente às adversidades. A combinação de estratégias e recursos empregados não apenas viabilizou a manutenção da aprendizagem, mas também atenuou os efeitos adversos oriundos do distanciamento social. É importante valorizar essas práticas e aproveitar o aprendizado adquirido para desenvolver abordagens mais inclusivas e flexíveis no futuro.

Em relação ao mapeamento do acesso às TDIC nos lares brasileiros, o estudo abordou a necessidade de uma compreensão abrangente do alcance da conectividade em âmbito nacional. Isso contribuiu para a formulação de estratégias inclusivas que visam garantir a participação equitativa dos alunos, independentemente de suas circunstâncias. Os resultados desse mapeamento permitiram uma compreensão aprofundada dos desafios enfrentados por famílias, escolas e comunidades no acesso à Internet e no uso de tecnologias, especialmente durante períodos críticos como a pandemia de COVID-19, na qual o ensino remoto se tornou essencial.

A identificação das etapas para a construção de um *framework* foi um componente vital deste trabalho, onde esse conjunto de diretrizes proporcionou um caminho claro para as instituições públicas de educação enfrentarem situações de crise, ao oferecer estratégias baseadas em redes de Petri, consolidando e aplicando os conhecimentos adquiridos ao longo deste estudo. O *framework* é uma ferramenta que poderá ser utilizada pelos gestores da educação em situações de crise, fornecendo uma forma estruturada para analisar e implementar as medidas necessárias para que as escolas se preparem para períodos como foi o da pandemia de COVID-19.

A pandemia de COVID-19 trouxe desafios e impactos negativos à sociedade e à economia global. No entanto, também é uma oportunidade para refletir sobre os aprendizados. Algumas áreas que devem ser trabalhadas para que os resultados possam ser alcançados:

- ✓ **Saúde e bem-estar:** investir em sistemas de saúde, com acesso equitativo a serviços de qualidade, além de promover estilos de vida saudáveis e o autocuidado;
- ✓ **Resiliência e preparação para crises:** fortalecer a capacidade de resposta a pandemias e outros desafios globais, por meio de investimentos em pesquisa científica, infraestrutura de saúde e sistemas de alerta precoce. Manter a conscientização sobre a importância da higiene pessoal e comunitária;
- ✓ **Trabalho remoto e flexibilidade:** incentivar modelos de trabalho remoto e flexíveis, reduzindo deslocamentos diários;
- ✓ **Digitalização e inovação:** aproveitar a transformação digital impulsionada pela pandemia para promover soluções tecnológicas.

É importante aproveitar os aprendizados e trabalhar em direção a um futuro mais resiliente, equitativo e em harmonia com o meio ambiente. No pós-pandemia torna-se cada vez mais evidente a necessidade de promover políticas públicas robustas que garantam a inclusão efetiva e o uso adequado de TDIC na educação brasileira. Para abordar essa questão de maneira abrangente e eficiente, é fundamental considerar os seguintes pontos:

- ✓ **A importância de políticas permanentes e centralizadas:** é crucial estabelecer políticas públicas que não sejam apenas temporárias, mas que tenham continuidade no longo prazo. Essas políticas devem ser desenvolvidas em nível nacional, não deixando exclusivamente nas mãos dos governos municipais e estaduais, a fim de garantir uma abordagem mais coordenada e consistente em todo o país;
- ✓ **Investimento financeiro contínuo e abrangente:** para que as TDIC sejam uma realidade sustentável no Brasil, é necessário que as políticas públicas incluam o comprometimento do governo em investir em infraestrutura adequada, manutenção regular, atualização de equipamentos e disponibilização de recursos humanos especializados para apoiar o uso das tecnologias nas escolas. Além disso, é fundamental oferecer treinamento e capacitação adequados para os professores, a fim de garantir que eles estejam preparados para utilizar as TDIC de maneira eficaz em suas práticas educacionais;
- ✓ **Abordagem inclusiva para múltiplas realidades:** o Brasil é um país de múltiplas realidades socioeconômicas e geográficas. Portanto, as políticas públicas devem ser desenvolvidas de forma a garantir a sustentabilidade do uso generalizado das TDIC em todas as escolas públicas, reduzindo as desigualdades entre regiões economicamente desenvolvidas e aquelas menos favorecidas. Isso significa disponibilizar recursos adequados, suporte técnico e acesso igualitário às tecnologias em todas as áreas, independentemente das condições sociais locais.

Ao adotar essas medidas, o Brasil poderá enfrentar os desafios pós-pandemia e impulsionar uma educação mais inclusiva, equitativa e preparada para as demandas da era digital. O investimento contínuo e a implementação efetiva de TDIC na educação brasileira são cruciais para capacitar os alunos e prepará-los para um futuro cada vez mais tecnológico.

O estudo cumpriu seu objetivo geral e seus objetivos específicos, estabelecendo um alicerce sólido para a construção de um modelo estratégico que permitirá às instituições de ensino público enfrentar desafios futuros de maneira mais eficaz, garantindo a continuidade e qualidade do processo educacional mesmo em cenários adversos.

Como trabalho futuro, pode-se sugerir a criação de um *checklist* com as informações de cada etapa do *framework*, para que o gestor possa acompanhar o processo de implementação e execução, fazendo com que todas as etapas sejam monitoradas.

REFERÊNCIAS

- AGASISTI, T.; ANTEQUERA, G.; DELPRATO, M. Technological resources, ICT use and schools efficiency in Latin America—Insights from OECD PISA 2018. **International Journal of Educational Development**, v. 99, p. 102757, 2023.
- ALONSO-GARCIA, S.; AZNAR-DÍAZ, I.; CÁCERES-RECHE, M.; TRUJILLO-TORRES, J.M.; ROMERO-RODRÍGUEZ, J.M. Systematic review of good teaching practices with ICT in Spanish higher education. Trends and challenges for sustainability. **Sustainability**, v. 11, p. 7150, 2019.
- ALVES, N.; CARRAZONI, G.S.; SOARES, C.B.; ROSA, A.C.S.; SOARES, N.M.; MELLO-CARPES, P.B. Relating human physiology content to COVID-19: a strategy to keep students in touch with physiology in times of social distance due to pandemic. **Advances in Physiology Education**, v. 45, p. 129–133, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1152/advan.00214.2020>.
- ARRUDA, E. P. Educação, educação a distância e tecnologias digitais: Perspectivas para a educação pós-Covid-19. **Pensar a Educação em Revista**, v. 6, n. 1, 2020.
- AVANESIAN, G.; MIZUNOYA, S.; AMARO, D. How many students could continue learning during COVID-19-caused school closures? Introducing a new reachability indicator for measuring equity of remote learning. **International Journal of Educational Development**, v. 84, p. 102421, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2021.102421>.
- AZEVEDO, I. C. M.; GASQUE, K. C. G. D. Contribuições dos Letramentos Digital e Informacional na Sociedade Contemporânea. **Scielo Brasil**, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-08892017000200004>. Acesso em 14.02.2023.
- BANCO MUNDIAL. Dois Anos Depois: Salvando uma Geração - Resumo Executivo (Portuguese). Washington, D.C.: World Bank Group, 2022. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099855106222221296/IDU0f2e86f060cf8b047d60a3be059f1a2e3db0b>. Acesso em 20 fev. 2023.
- BARBOSA, A.L.A.; ANJOS, A.B.L.; AZONI, C.A.S. Impactos na aprendizagem de estudantes da educação básica durante o isolamento físico social pela pandemia do COVID-19. **CoDAS**, v. 34, p. e20200373, 2022.
- BASTOS, V.F.; SILVA, N.S.S.; HAIKAL; D.S.A.; SILVEIRA, M.F.; PINHO, L.; BRITO, M.F.S.F.; SILVA, R.R.V. Professores de educação física da educação pública básica de Minas Gerais na pandemia de Covid-19: condições de trabalho, saúde e estilo de vida. **Jornal of Physical Education**, v. 33, p. e3324, 2022. DOI: 10.4025/jphyseduc.v33i1.3324.
- BELO, R.; FERREIRA, P.; TELANG, R. Broadband in school: Impact on student performance. **Management Science**, v. 60, p. 265–282, 2014.
- BICALHO, A.C.S.; SANTOS, A.J.C.; SILVA, G.O.M.; COSTA, L.S.C.; OLIVEIRA, N.G.O.; NASCIMENTO, T.S.; SILVA, R.R.V.; BRITO, M.F.S.F.; PINHO, L. Violência doméstica em professores da rede pública estadual durante a pandemia da COVID-19. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 72, n. 1, p. 37-44, 2023. DOI: 10.1590/0047-2085000000402.
- BORDIN, G.D.; PERES, M.; LENZ, J.A.; BEZERRA JR. A.G. Desafios dos professores durante o distanciamento Social devido à pandemia da COVID-19: uma proposta de ensino de física utilizando a videoanálise. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 43, ed. esp., 2020.

BRANCO, E. P.; ADRIANO, G.; ZANATTA, S. C. Educação e TDIC: contextos e desafios das aulas remotas durante a pandemia da COVID-19. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 12, n. Esp2, p. 328–350, 2020. DOI: 10.28998/2175-6600.2020v12nEsp2p328-350. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/10712>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BRANDÃO, L.H.M.; SILVA, J.S. Implicações docentes e discentes na utilização das novas TIC no processo de ensino-aprendizagem de língua inglesa. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, p. 65-88, set.-dez. 2018. ISSN 1983-3652. DOI: 10.17851/1983-3652.11.3.65-88. Disponível em: <http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivre>. Acesso em: 01 jun. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017. **Educação a Distância**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9057.htm. Acesso em: 06 mai. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. **Política Nacional de Educação Digital**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm. Acesso em: 01 mai. 2023.

BRITO, R.O.; SÍVERES, L.; MERCADO, L.P.L.; NEVES JÚNIOR, I.J. O diálogo e a aprendizagem com Tecnologias da Informação e Comunicação no homeschooling. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 15, e2014804, p. 1-21, 2020. ISSN 1809-4031. eISSN 1809-4309. DOI: 10.5212/PraxEduc.v.15.14804.029.

BUDA, A. Stumbles and Barriers to the use of ICT in Schools: A case study of a Hungarian town. **Informatics in Education**, v. 19, n. 2, p. 159-179, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.08>. Acesso em: 29 jan. 2023.

CAMARGO, C.B.; FERNÁNDEZ, A.H. Conocimiento y percepción de profesores y alumnos para el futuro tecnológico en el interior de Brasil. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 38, p. 176-195, jan./mar. 2021. DOI: 10.22347/2175-2753v13i38.2882.

CANDIAN, E.F.; BRUNO, A.R. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na educação e uma possível "educação hacker". **Revista Prâxis**, Novo Hamburgo, v. 17, n. 2, mai./ago. 2020. DOI: 10.25112/rpr.v2i0.2182.

CANI, J. B.; SANDRINI, E. G. C.; SOARES, G. M.; SCALZER, K. Educação e COVID-19: a arte de reinventar a escola mediando a aprendizagem "prioritariamente" pelas TDIC. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 1, p. 23-39, 2020. DOI: 10.36524/ric.v6i1.713. ISSN 2359-4799.

CARVALHO, F.S.; PILATTI, L.A.; CARVALHO, H.A.; LIMA, I.A. Information and Communication Technology in Brazilian Public Schools: A Sustainable Legacy of the Pandemic? **Sustainability**, v. 15, p. 6462, 2023. DOI: 10.3390/su15086462.

CARVALHO, T. M.; PIZZOL, A.D.; RODRIGUES, V.E.R.. IMPORTÂNCIA DO USO DAS TDIC NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: REFLEXÕES INICIAIS. **Revista Aproximação**, [S.l.], v. 4, n. 9, fev. 2023. ISSN 2675-228X. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/aproximacao/article/view/7413>. Acesso em: 05 jul. 2023.

CASTRO, C. M. **A prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CGI.br. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2021**. Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br). Disponível em: https://data.cetic.br/explore/?pesquisa_id=1&unidade=Domic%C3%ADlios. Acesso em: 05 abr. 2023.

CHA, H.; PARK, T.; SEO, J. What should be considered when developing ICT-Integrated classroom models for a developing country? **Sustainability**, v12, n.7, p. 2967, 2020

CIEB. **Relatório Guia Edutec - diagnóstico do nível de adoção de tecnologia nas escolas públicas brasileiras em 2022**. Centro de Inovação para a Educação Brasileira. São Paulo: CIEB, 2022. E-book em pdf. Disponível em: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-12-Relatorio-Guia-Edutec.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2023.

DANIELA, L.; VISVIZI, A.; GUTIÉRREZ-BRAOJOS, C.; LYTRAS, M.D. Sustainable higher education and Technology-Enhanced Learning (TEL). **Sustainability**, v.10, n.11, p.3883, 2018.

DEFFAVERI, M.; MÉA, C.P.D.; FERREIRA, V.R.T. Sintomas de ansiedade e estresse em professores de educação básica. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 50, n. 177, p. 813-827, jul./set. 2020. DOI: 10.1590/198053146952.

DIAS, E.; PINTO, F.C. F. **Educação e a COVID-19 ensaio**: Aval.Pol.Públ.Educ. Vol.28 No.108 Rio De Janeiro Jul./Sept. 2020, Epub July 06, 2020.

EDUROAM. **Education Roaming**. Disponível em: <https://eduroam.org/>. Acesso em: 4 fev. 2023.

ELGART, M. A. Learning upended: How Americans experienced the shift to remote instruction. **Phi Delta Kappan**, v. 102, n. 5, p. 48–51, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0031721721992566>. Acesso em: 29 jan. 2023.

ESPINO-DÍAZ, L.; FERNANDEZ-CAMINERO, G.; HERNANDEZ-LLORET, C.M.; GONZALEZ-GONZALEZ, H.; ALVAREZ-CASTILLO, J.L. Analyzing the impact of COVID-19 on education professionals. Toward a paradigm shift: ICT and Neuroeducation as a binomial of action. **Sustainability**, v. 12, n. 14, 5646, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12145646>. Acesso em: 29 jan. 2023.

FIALHO, L. M. F.; NEVES, V. N. S. Teachers amid emergency remote teaching: repercussions of social distancing on formal education. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 48, e260256, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202248260256en>. Acesso em: 29 jan. 2023.

GALIZIA, F.S.; BIAZOLLI, C.C.; VILELA, D.S.; CARNIO, M.P.; BRETONES, P.S. Tensões entre educação tradicional e uso de TDIC no ensino remoto emergencial durante a pandemia. **Revista Actualidades Investigativas en Educación**, v. 22, n. 2, p. 1-30, 2022. DOI: <https://doi.org/10.15517/aie.v22i2.48706..>

GOBBI, A.; ROVEA, F. Enseñanza a distancia y enseñanza ‘como’ distancia. Una lectura crítica sobre los instrumentos de la enseñanza online durante y después de la pandemia. **Teoría de La Educación. Revista Interuniversitaria**, v. 33, n. 1, p. 71–87, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14201/teri.23451>. Acesso em: 29 jan. 2023.

GOOLSBEE, A.; GURYAN, J. The impact of internet subsidies in public schools. **Review of Economics and Statistics**, v. 88, p. 336–347, 2006.

HARGREAVES, A. Austerity and inequality; or prosperity for all? Educational policy directions beyond the pandemic. **Educational Research for Policy and Practice**, v. 20, p. 3–10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10671-020-09283-5>. Acesso em: 29 jan. 2023.

HENRIKSEN, A. L.; ZOGHBI, A.C.; TANNURI-PIANTO, M.; RAFAEL TERRA, R. Education outcomes of broadband expansion in Brazilian municipalities. **Information Economics and Policy**, v. 60, p. 100983, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2022.100983>.

HOMA-AGOSTINHO, I.R.; OLIVEIRA-GROENWALD, C.L. As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação como um recurso didático no Currículo de Matemática. **UNICIENCIA**, v. 34, n. 2, pp. 153-170, 2020. DOI: 10.15359/ru.34-2.9.

IBGE. **Desemprego**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php>. Acesso em: 01 jun. 2023.

IGLESIAS-PRADAS, S.; HERNÁNDEZ-GARCIA, A.; CHAPARRO-PELÁEZ, J.; PRIETO, J.L. Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study. **Computers in Human Behavior**, v. 119, 106713, 2021.

IIVARI, N.; SHARMA, S.; VENTÄ-OLKKONEN, L. Digital transformation of everyday life – How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care? **International Journal of Information Management**, v. 55, 102183, Dec. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>. Acesso em: 29 jan. 2023.

INEP. **Censo da Educação Básica 2019**: Notas Estatísticas; INEP/MEC: Brasília, Brazil, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_da_educacao_basica_2019.pdf. Acesso em: 27 jan. 2023.

INEP. **Resumo técnico**: Censo da Educação Básica 2021: Versão Preliminar; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira/MEC: Brasília, Brasil, 2022. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2021.pdf. Acesso em: 27 jan. 2023.

INEP. **Censo Escolar**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar>. 2023. Acesso em: 04 mai. 2023.

IPEA. **Políticas Sociais**: acompanhamento e análise. Política Social – Periódicos. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Sociais, 2022. ISSN: 15184285. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/bps29/previdenciasocial>.

KARABETYAN, L. Impact of entrepreneurial activity and ICT development on sustainable development: Evidence from high-income countries. **Sustainability**, 2023, v.15, p. 4958.

KUROSE, J.F.; ROSS, K.W. **Redes de Computadores e a Internet**: uma abordagem top-down. 8ª Edição. Pearson editora. São Paulo, 2021.

LIBÂNEO, J. C. O dualismo perverso da escola pública brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, p.13-28, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v38n1/aop323.pdf>.

LIMA, D.L.F.; DIAS, A.A.; RABELO, R.S.; CRUZ, I.D.; COSTA, S.C.; NIGRI, F.M.N.; NERI, J.R. COVID-19 no estado do Ceará, Brasil: comportamentos e crenças na chegada da pandemia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.25, n.5, p.1575-1586, 2020. DOI: 10.1590/1413-81232020255.07192020.

LUCAS, M.; MOREIRA, A. **DigCompEdu: Quadro Europeu de Competência Digital para Educadores**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2018. Disponível em: https://area.dge.mec.pt/download/DigCompEdu_2018.pdf. Acesso em: 7 fev. 2023.

MA, Y.; QIN, X. Measurement invariance of information, communication and technology (ICT) engagement and its relationship with student academic literacy: Evidence from PISA 2018. **Studies in Educational Evaluation**, v.68, p.100982, 2021.

MACEDO, R. M. Direito ou privilégio? Desigualdades digitais, pandemia e os desafios de uma escola pública. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 73, p. 262-280, maio-ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2178-149420210203>.

MAGALHÃES, R. C. S. Pandemia de covid-19, ensino remoto e a potencialização das desigualdades educacionais. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 1263-1267, out.-dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021005000012>.

MALAMUD, O.; CUETO, S.; CRISTIA, J.P.; BEUERMANN, D. Do Children Benefit from Internet Access? Experimental Evidence from a Developing Country; J. Dev. Econ. 138. IDB Working Paper Series n0 IDB-WP-960; Inter-American Development Bank: Washington, USA, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18235/0001392>.

MARCON, K. Inclusão e exclusão digital em contextos de pandemia: que educação estamos praticando e para quem? **Criar Educação**, Criciúma, v. 9, n.2, Edição Especial 2020.

MATETE, R.E.; KIMARIO, A.E.; BEHERA, N.P. Review on the use of eLearning in teacher education during the coronavirus disease (COVID-19) pandemic in Africa. **Heliyon**, 2023, 9, e13308.

MATIJASCIC, M.; ROLON, C.E.K. **Políticas Sociais: Acompanhamento e Análise – Educação**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília, Brasil. 1ª edição. 2023.

MEC. **Portaria n. 343, de 17 de Março de 2020**. Ministério da Educação. Diário Oficial da União: Brasília, DF, Brasil, 2020a; p. 39. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Portaria/PRT/Portaria%20n%C2%BA%20343-20-mec.htm. Acesso em: 09 fev. 2023.

MEC. **Portaria No 345, de 19 de Março de 2020**. Ministério da Educação. Diário Oficial da União: Brasília, DF, Brasil, 2020b; p. 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=603&pagina=1&data=19/03/2020&totalArquivos=1>. Acesso em: 09 fev. 2023.

MEC. **Parecer CNE/CP nº 5/2020**, aprovado em 28 de abril de 2020 - Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. Ministério da Educação. D.O.U. de 1º/6/2020, Seção 1, Pág. 32. Brasília, DF, Brasil, 2020c.

Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=145011-pcp005-20&category_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 09 fev. 2023.

MENEZES, G.G. A utilização das TIC nos processos de formação continuada e o envolvimento dos professores em comunidades de prática. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 51, p. 283-299, jan./mar. 2014. Editora UFPR.

MUROGA, A.; ZAW, H.T.; MIZUNOYA, S.; LIN, H.C.; BROSSARD, M.; REUGE, N. **COVID-19: A Reason to Double Down on Investments in Pre-Elementary Education**; United Nations Children's Fund (UNICEF): Florence, Italy, 2020. Disponível em:

<https://www.unicef-irc.org/publications/1137-covid-19-a-reason-to-double-down-on-investments-in-pre-primary-education.html>. Acesso em: 10 fev. 2023.

NASCIMENTO, M. S. L. Competências digitais dos professores na Paraíba/Brasil no cenário da pandemia do Covid-19. In: DÍAZ, I. A. et al. *Desafios de investigación educativa durante la pandemia COVID19*. **Dykinson S. L.**, p. 78-88, 2020.

NHANTUMBO, T. L. Capacidade de resposta das instituições educacionais no processo de ensino-aprendizagem face à pandemia de Covid-19: impasses e desafios. **Revista EDUCAmazônia - Educação, Sociedade e Meio Ambiente, Humaitá**, v. 25, n. 2, p. 556-571, jul.-dez. 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/view/7851/5535>. Acesso em: 29 jan. 2023.

NÚÑEZ-CANAL, M.; OBESSO, M.M.; PÉREZ-RIVERO, C.A. New challenges in higher education: A study of the digital competence of educators in Covid times. **Technological Forecasting and Social Change**, v.174, p.121270, 2022.

OCDE. **Education at a Glance 2019: OECD Indicators**. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. OECD Publishing: Paris, France, 2019. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019_f8d7880d-en. Acesso em: 04 fev. 2023.

OCDE. **A Educação no Brasil: uma perspectiva internacional**. São Paulo: Todos pela Educação, 2021a. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Disponível em: <https://www.fmcsv.org.br/pt-BR/biblioteca/educacao-brasil-perspectiva-internacional/>. Acesso em: 27 jan. 2023.

OCDE. **Education Policy Outlook: Brasil Com foco em Políticas Internacionais**. Fundação Itaú para Educação e Cultura: São Paulo, Brazil, 2021b. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/policy-outlook/country-profile-Brazil-2021-INT-PT.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2023.

ORTEGA, C.A.P.; LUNA, J.A.G. Validating the behavior of a supervised system using Petri nets. **DYNA: revista de la Facultad de Mina**, v. 79, n. 173, pp. 113-121, Medellin, junho, 2012. ISSN 0012-7353.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. DE. (2018). Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ciência Da Informação**, v. 46, n. 2, 2018.

PAÑOS-CASTRO, J.; ARRUTI, A.; KORRES. O. COVID and ICT in Primary Education: Challenges Faced by Teachers in the Basque Country. **Sustainability**, v. 14, n. 16, p.10452, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su141610452>. Acesso em: 9 fev. 2023.

PELOSO, R.M.; FERRUZZI, F.; MORI, A.A.; CAMACHO, D.P.; FRANZIN, L.C.S.; TESTON, A.P.M.; FREITAS, K.M.S. Notes from the Field: Concerns of Health-Related Higher Education Students in Brazil Pertaining to Distance Learning During the Coronavirus Pandemic. **Evaluation & the Health Professions**, v. 43, n. 3, p.201-203, 2020. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0163278720939302>.

PISA. **Results from Pisa 2018**. Brazil, 2018. Programme for International Student Assessment. Disponível em: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_BRA.pdf. Acesso em: 28 jan. 2023.

PISCHETOLA, M.; HEINSFELD, B.D. Technologies and Teacher's Motivational Style: A Research Study in Brazilian Public Schools. **Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS Journal)**, n. 17, p. 163-177, 2018. DOI: 10.7358/ecps-2018-017-pisc, 2018.

PRAUN, L. A espiral da destruição: legado neoliberal, pandemia e precarização do trabalho. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 18, n. 3, e00297129, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00297>. Acesso em: 29 jan. 2023.

RAMOS, D.K.; ANASTÁCIO, B. S.; SILVA, G. A.; ROSSO, L.U.; MATTAR, J. Burnout syndrome in different teaching levels during the covid-19 pandemic in Brazil. **BMC Public Health**, v. 23, n.1, p. 235. DOI: 10.1186/s12889-023-15134-8, 2023.

RIASCOS, L.A.M.; MOSCATO, L.A.; MIYAGI, P.E. Detection and Treatment of Faults in Manufacturing Systems Based on Petri Nets. **Journal of the Brazilian society of mechanical Sciences and Engineering**, v. 26, p. 280-289, 2004. DOI: 10.1590/S1678-58782004000300004.

RNP. **Organização social do MCTI**. Rede Nacional de Pesquisa. Disponível em: <https://www.rnp.br/>. Acesso em: 4 fev. 2023.

RODRIGUES, M.I.R.; SANTOS, L.R.; Conceptions of Science teachers about the use of ICT in teaching practice: challenges for Science education in Brazil. **PROMETEICA - Revista de Filosofia y Ciencias**, n.19, p. 58, 2019. DOI: 10.34024/prometeica.2019.19.9460.

ROSA, R.; CECÍLIO, S. Incorporação das TDIC e o desenvolvimento do trabalho docente. **Revista Profissão Docente**, v. 20, n. 45, p. 01-14, set./dez. 2020, ISSN 1519-0919. DOI: <https://dx.doi.org/10.31496/rpd.v20i45.1354>.

SAGAN, C. **Pálido ponto azul**. Tradução de Rosaura Eichenberg. 2ª Edição. Ed. Companhia das Letras. São Paulo, 2019.

SANTO, E. D. E.; LIMA, T. P. P. de. Continuing education for digital technologies in pandemic times: teaching perceptions about Google Classroom Course. **Dialogia**, São Paulo, v. 36, p. 283-297, set./dez. 2020. <https://doi.org/10.5585/dialogia.n36.18355>.

SANTOS, G. M. R. F.; SILVA, M. E.; BELMONTE, B. R. COVID-19: ensino remoto emergencial e saúde mental de docentes universitários. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 21, p. 237-243, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbsmi/a/b3TVbVHcCZRxkVZPF6PHF/?lang=pt>. Acesso em: 13 jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-38292003000200001>.

SANTOS, E. C. S.; LACERDA, J. C. Os desafios da docência na Educação Básica durante a pandemia de COVID-19 na cidade de Lábrea, Amazonas, Brasil. **Revista Actualidades Investigativas en Educación**, v. 22, n. 3, p. 1-23, 2022. Doi. <https://doi.org/10.15517/aie.v22i3.50626>.

SANTOS, G.M.; CASARIN, H.C.S.; ALMEIDA, C.C.; LUCAS, M. Uso de recursos educativos digitais por educadores das séries iniciais do ensino fundamental. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 355-376, abr/jun 2022. DOI: 10.1590/1981-5344/40006.

SCHUARTZ, A.S.; SARMENTO, H.B.M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **ESPAÇO TEMÁTICO: POLÍTICA, CIÊNCIA E MUNDO DAS REDES - R. Katál.**, v. 23, n. 3, p. 429-438, set./dez. 2020. ISSN 1982-0259. <https://doi.org/10.1590/1982-02592020v23n3p429>.

SCHWARTZ, H.L.; GRANT, D.; DILIBERTI, M.K.; HUNTER, G.P.; SETODJI, C.M. **Remote Learning Is Here to Stay: Results from the First American School District Panel Survey**. RAND Corporation: Santa Monica, CA, USA, 2020. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA956-1.html. Acesso em: 29 jan. 2023.

SCHUHMACHER, V.R.N.; ALVES FILHO, J.P.; SCHUHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 563-576, 2017. DOI: 10.1590/1516-731320170030002.

SILVA, A.J.F.; SILVA, C.C.; TINÔCO, R.G.; ARAÚJO, A.C.; VENÂNCIO, L.; NETO, L.S.; FREIRE, E.S.; CONCEIÇÃO, W.L. Dilemmas, Challenges and Strategies of Physical Education Teachers-Researchers to Combat Covid-19 (SARS-CoV-2) in Brazil. **Frontiers in Education.**, v. 6, p. 583952. DOI: 10.3389/educ.2021.583952, 2021.

SILVA, R.R.V.; BARBOSA, R.E.C.; SILVA, N.S.S.; PINHO, L.; FERREIRA, T.B.; MOREIRA, B.B.; BRITO, M.F.S.F.; HAIKAL, D.S. Pandemia da COVID-19: insatisfação com o trabalho entre professores(as) do estado de Minas Gerais, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 12, p. 6117-6128, 2021. DOI: 10.1590/1413-812320212612.10622021.

SILVA, O.S.F.; JEREZ, S.A.R. Pesquisa em educação na cibercultura: formação docente para a/na complexidade. **Acta Educ.**, Maringá, v. 42, e52870, 2020. Doi: 10.4025/actascieduc.v42i1.52870, 2020.

SINGH, S.; SING, U.S.; NERMEND, M. Decision analysis of e-learning in bridging digital divide for education dissemination. **Procedia Computer Science.**, v. 207, p.1970–1980, 2022.

STARLING-ALVES, I.; HIRATA, G.; OLIVEIRA, J.B.A. Covid-19 school closures negatively impacted elementary-school students' reading comprehension and reading fluency skills. **International Journal of Educational Development**, v. 99, p. 102753, 2023. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2023.102753.

STECULA, K.; WOLNIAK, R. Advantages and disadvantages of e-learning innovations during COVID-19 pandemic in higher education in Poland. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 3, p. 159, 2022.

TINGTING, R. CAIQUN, X. MINGLI, W. **Research on On-line Testing of Real-time Software Based on Time Petri Network Model**. 2018 7th International Conference on Advanced Materials and Computer Science (ICAMCS 2018).

TORRES, P. A.; CASAGRANDE, A. L. **As TICs nas práticas pedagógicas e o Contexto pandêmico Brasileiro**. IV Seminário de Educação a Distância, Evento online _ Rede Ead-CO, 2022. ISSN 2763-8995. DOI: <https://doi.org/10.5753/seadco.2022.20367>.

TROITINHO, M. C. R.; SILVA, I. B.; SOUSA, M. M.; SANTOS, A. D. S. S.; MAXIMINO, C. Ansiedade, afeto negativo e estresse de docentes em atividade remota durante a pandemia da COVID-19. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 19, 2021, p. e00331162. DOI: 10.1590/1981-7746-sol00331.

UNESCO. **Global Education Monitoring Report Team**. Relatório de Monitoramento Global de EPT: Educação Para Todos 2000–2015: Progressos e Desafios, Relatório de Monitoramento Global de EPT, Relatório Conciso; Unesdoc Digital Library: Paris, France, 2015. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232565_por. Acesso em: 06 jan. 2023.

UNESCO. **Global Education Monitoring Report Summary 2021/2022: Non-state actors in education: Who chooses? Who loses? Paris, 2022.**

UNESCO. **Global Education Monitoring Report Team**. Relatório de Monitoramento Global da Educação-Resumo, 2020: Inclusão e Educação: Todos, Sem Exceção; Unesdoc Digital Library: Paris, France, 2020a. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373721_por (accessed on 6 January 2023).

UNESCO. **Technical Cooperation Group on the Indicators for SDG 4**. Survey on National Education Responses to COVID-19 School Closures. Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura. Montreal, Quebec, Canada 2020b. Disponível em: <http://teg.uis.unesco.org/survey-education-covid-school-closures/> Acesso em: 19 jan. 2023.

UNESCO. **Qualidade da infraestrutura das escolas públicas do Ensino Fundamental no Brasil**: indicadores com dados públicos e tendências de 2013, 2015 e 2017. Brasília: Edições Unesco, 2019. Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368757?posIn%20Set=1&queryId=7990941a-c4d6-47cc-94a7-f163404e5ce8>. Acesso em: 27 jan. 2023. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA.

VASCONCELOS, J. C.; LIMA, P. V. P. S.; ROCHA, L. A.; KHAN, A. S. Infraestrutura escolar e investimentos públicos em Educação no Brasil: a importância para o desempenho educacional. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v.29, n.113, p. 874-898, out./dez. 2021. DOI: 10.1590/S0104-40362020002802245.

VIGDOR, J. L.; LADD, H. F.; MARTINEZ, E. Scaling the digital divide: home computer technology and student achievement. **Economic inquiry**, v. 52, n. 3, p. 1103-1119, 2014.

VILARINHO-REZENDE, D.; BORGES, C.N.; FLEITH, D.S.; JOLY, M.C.R.A. Relação entre Tecnologias da Informação e Comunicação e Criatividade: Revisão da Literatura. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 36 n. 4, p. 877-892. DOI: 10.1590/1982-3703001342014.

VILLANI, E.; MIYAGI, P.E. A hybrid Petri net modeling approach for HVAC systems in intelligent buildings. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica**, v. 15, p. 135-148, 2004.

VILLAS-BÔAS, L.; NOVAES, A.; SARUBBI JUNIOR, V.; PUCINELLI, R.H. Reconhecimento profissional do trabalho docente na visão de professores da Educação Básica em tempos de pandemia. **Práxis Educativa, Ponta Grossa**, v. 18, e20959, p. 1-15, 2023. DOI: 0.5212/PraxEduc.v.18.20959.008.

VISHNU, S.; SATHYAN, A.R.; SAM, A.S.; RADHAKRISHNAN, A.; RAGAVAN, S.O.; KANDATHIL, J.V.; FUNK, C. Digital competence of higher education learners in the context of COVID-19-triggered online learning. **Social Sciences & Humanities Open**, v. 6, n. 1, p. 100320, 2022.

VIVANCO, G.; GOROSTIAGA, J. Cultura digital y diversidad: Perspectivas de discursos de políticas TIC-Educación. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47 n. 165 p.1016-1043 jul./set. 2017. DOI: 10.1590/198053144261.

WAITE, C. **Not a lost year: K–12 innovation during 2020-21 and how to nurture it post-pandemic**. Christensen Institute: Lexington, MA, USA, 2021. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED614152.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.


WCED. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press: Oxford, UK, 1987. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/139811>. Acesso em: 04 jan. 2023.

WOOLLISCROFT, J. O. Innovation in response to the COVID-19 pandemic crisis. **Academic Medical Journal**, v. 95, n. 8, p. 1140-1142, Aug. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000003402>. Acesso em: 29 jan. 2023.

WHO. **Timeline: WHO's COVID-19 response**. World Health Organization. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ZHANG, C.; KHAN, I.; DAGAR, V.; SAEED, A.; ZAFAR, M.W. Environmental impact of information and communication technology: Unveiling the role of education in developing countries. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 178, p. 121570, 2022.

APÊNDICE A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO

	<p>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO Universidade Tecnológica Federal do Paraná Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação Sistema de Bibliotecas</p>
---	---

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, VOZ E DADOS DIGITAIS E RESPECTIVA CESSÃO DE DIREITOS

Eu, abaixo identificado, na melhor forma de direito, autorizo, de forma gratuita e sem qualquer ônus, ao pesquisador e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a utilização de meu nome, minha imagem e som de voz, relacionados ao material descrito neste termo, no Portal de Informação em Acesso Aberto (PIAA) e no Repositório Institucional da UTFPR (RIUT) desta Instituição, e em todos os meios de divulgação possíveis, quer sejam na mídia impressa (livros, catálogos, revista, jornal, entre outros), televisiva (propagandas para televisão aberta e/ou fechada, vídeos, filmes, entre outros), radiofônica (programas de rádio/podcasts), escrita e falada, Internet, Banco de dados informatizados, Multimídia, “home video”, DVD, entre outros, e nos meios de comunicação interna, como jornal e periódicos em geral, na forma de impresso, voz e imagem, sem ônus ou ressarcimento dos direitos autorais e de acordo com a Lei nº 9.610/1998, a Lei nº 10.406/2002 e a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

A presente autorização e cessão são outorgadas livres e espontaneamente, em caráter gratuito e universal, não incorrendo a autorizada em qualquer custo ou ônus, seja a que título for, sendo que estas são firmadas em caráter irrevogável, irretratável, e por prazo indeterminado, obrigando, inclusive, eventuais herdeiros e sucessores outorgantes, produzindo seus efeitos não só no Brasil, mas em qualquer lugar situado fora das fronteiras nacionais.

Identificação:

Nome do cedente: Fabiano Scriptor de Carvalho

RG: 4.197.929-1 CPF: 608.734.699-68 Telefone: (41) 99661-8494

E-mail: fabiano@utfpr.edu.br

Título da obra: FRAMEWORK BASEADO EM REDES DE PETRI PARA
CONTENÇÃO E MANUTENÇÃO DO ENSINO EM SITUAÇÕES DE CRISE

Autor da obra: Fabiano Scriptor de Carvalho

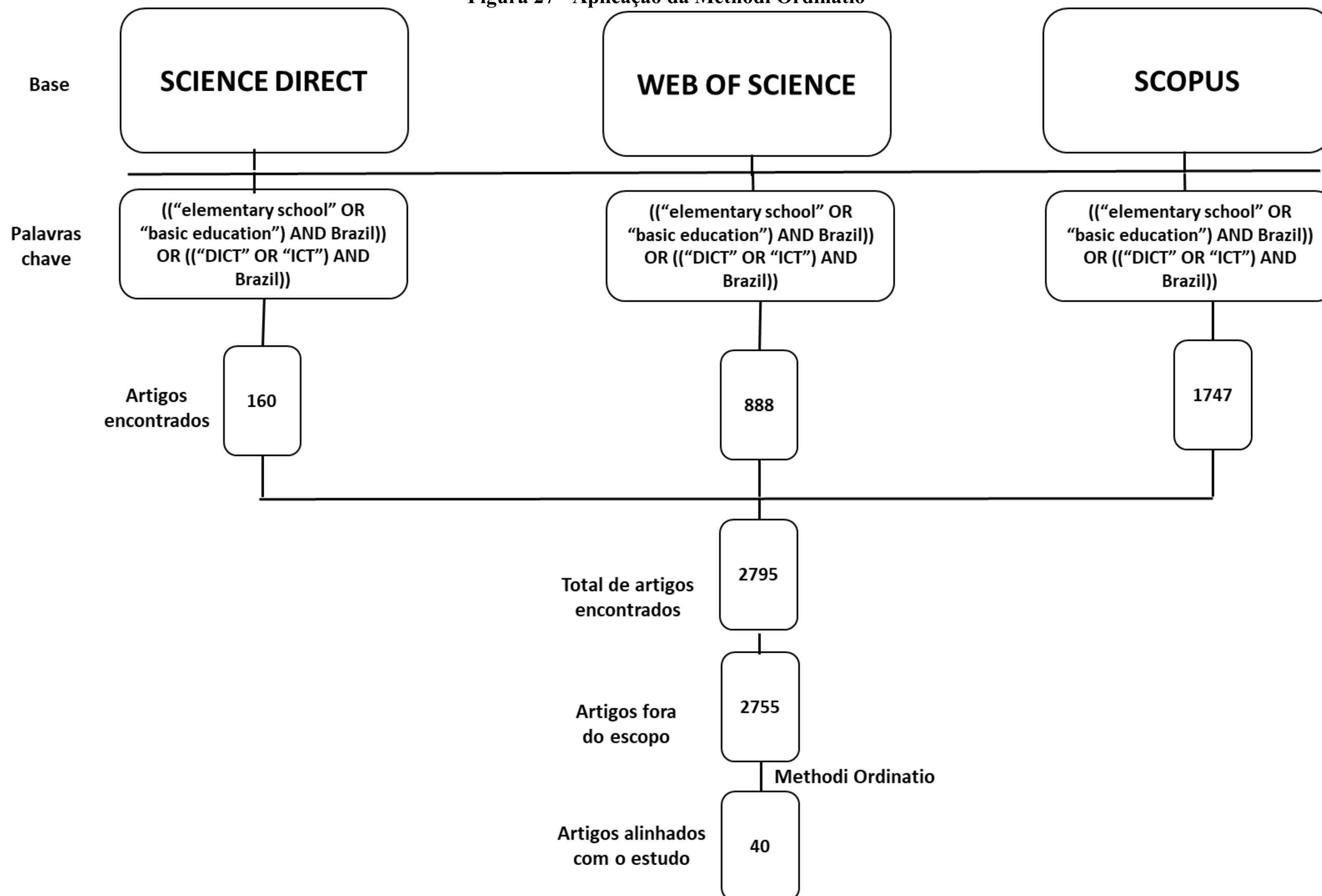
Curitiba, 24 de agosto de 2023

Local e data

Assinatura do Cedente

APÊNDICE B - Figuras

Figura 27 - Aplicação da Methodi Ordinatio



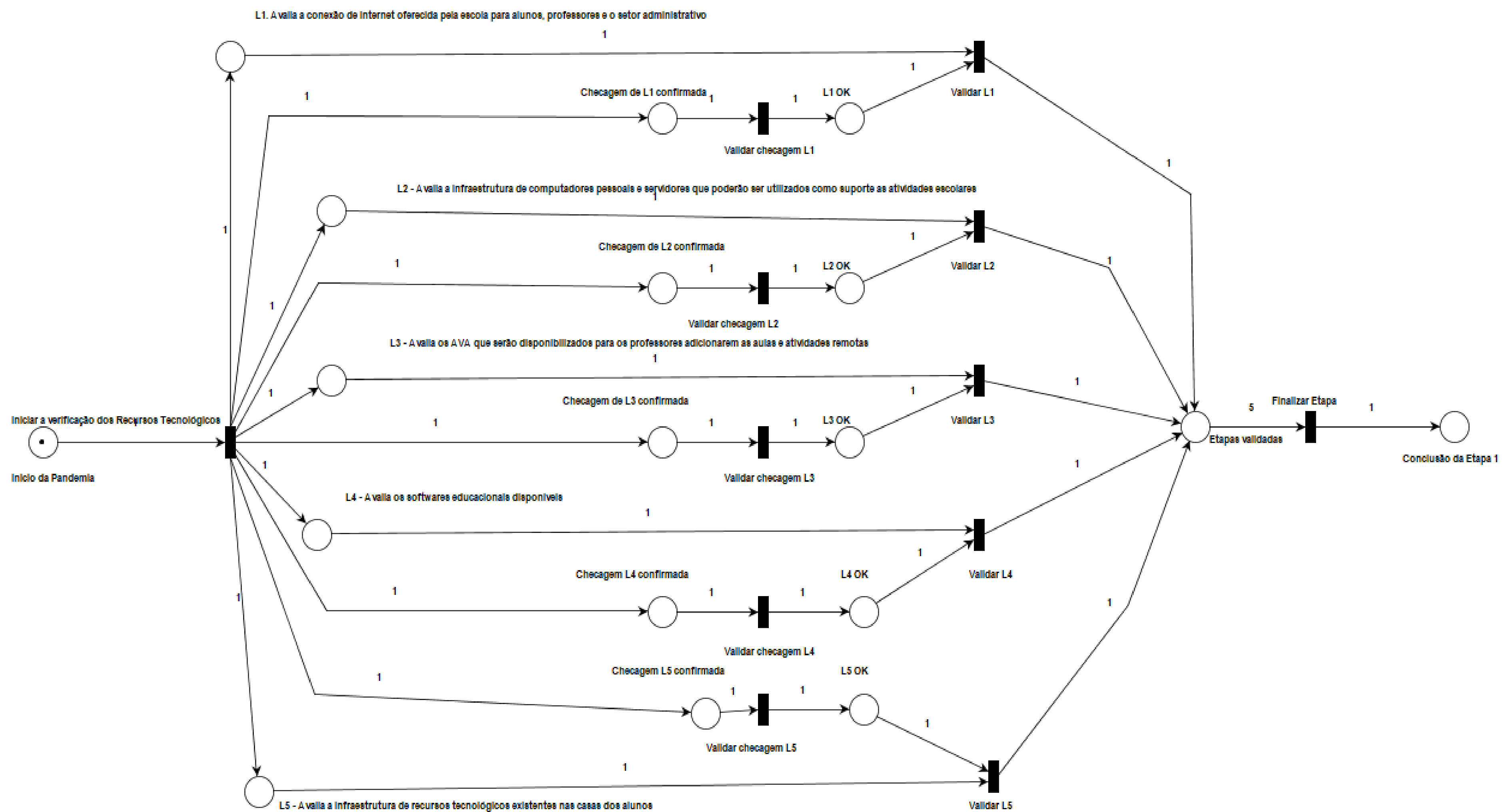
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 28 - Estrutura do *Framework*



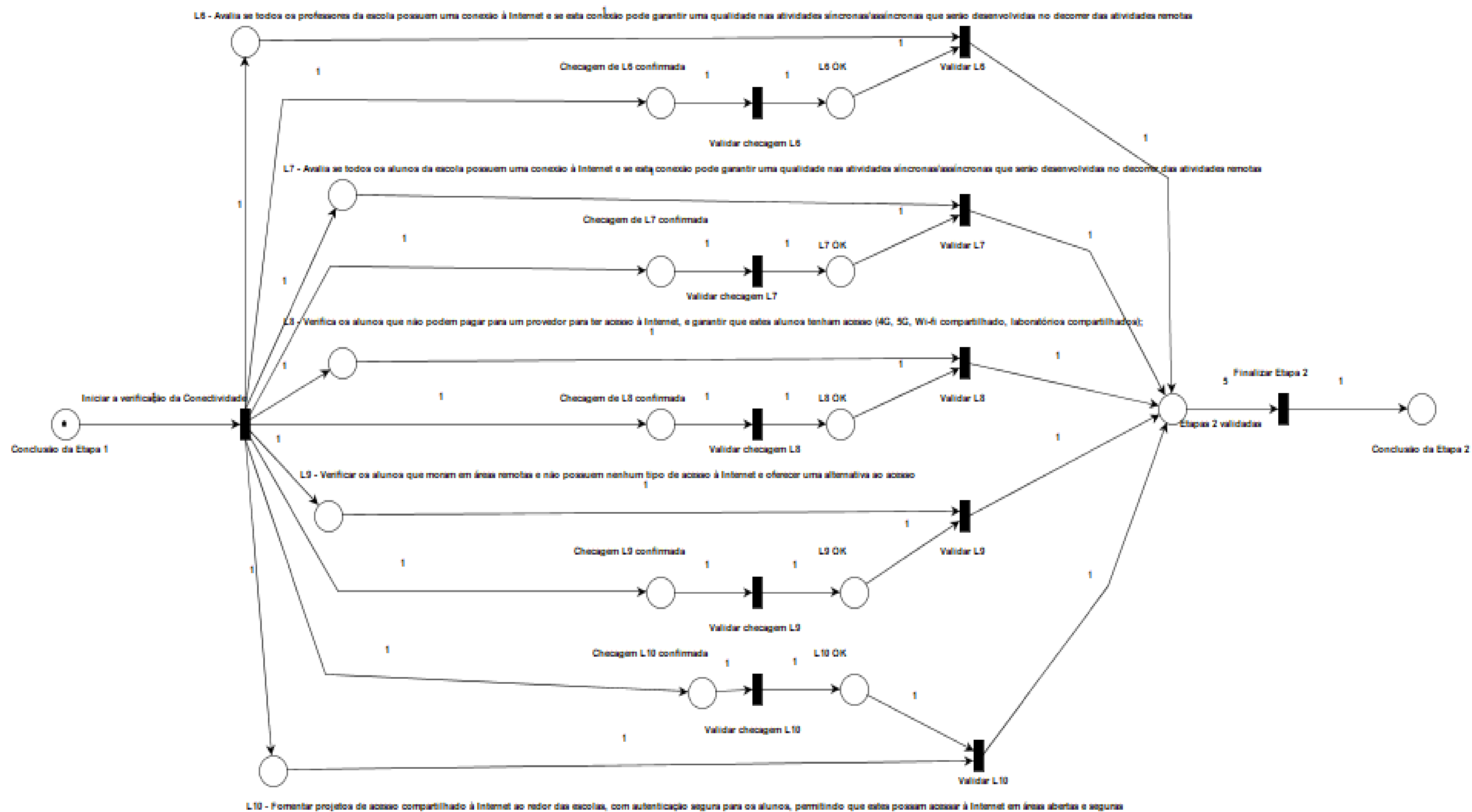
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 29 - Etapa 1: recursos tecnológicos



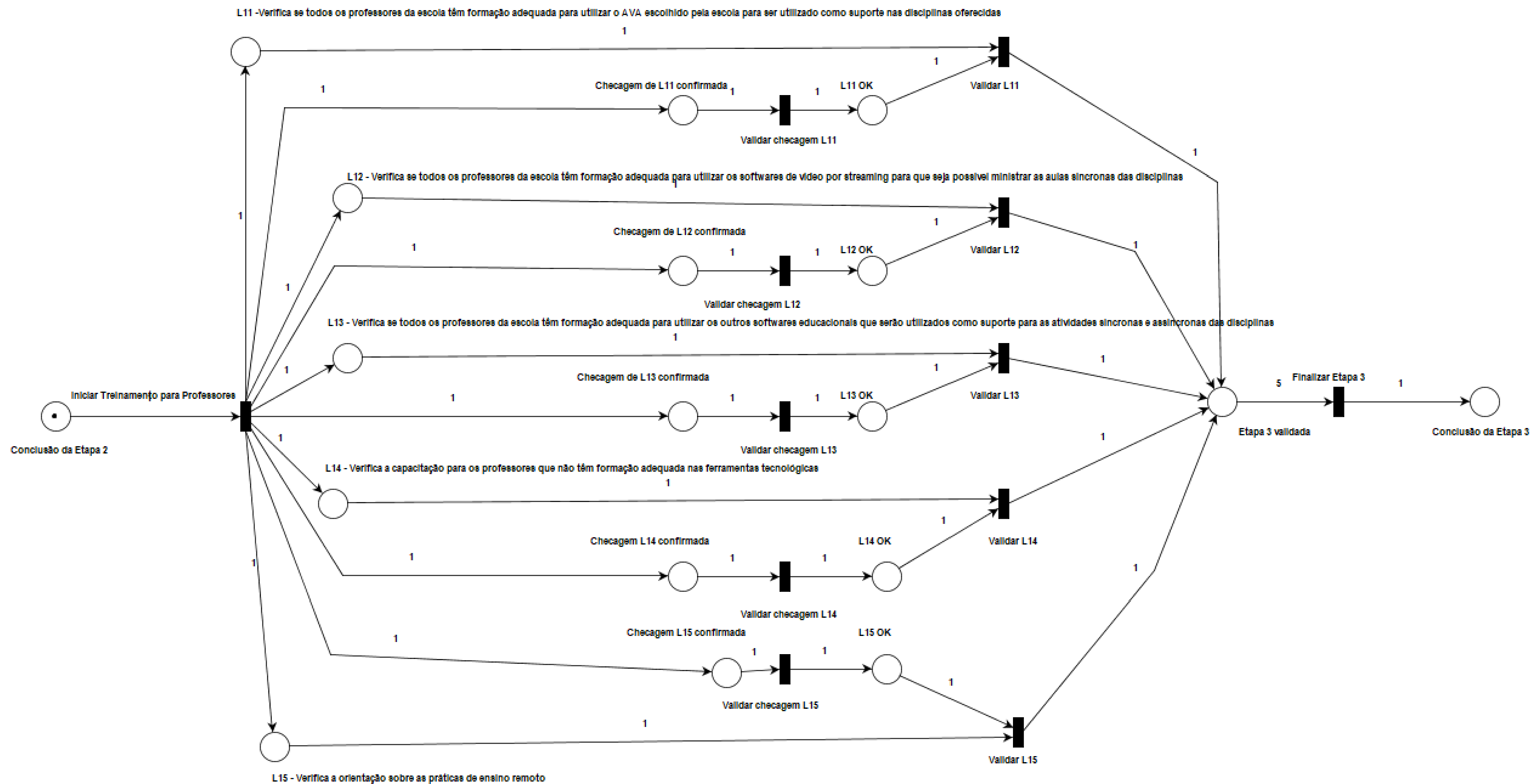
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 30 - Etapa 2: conectividade



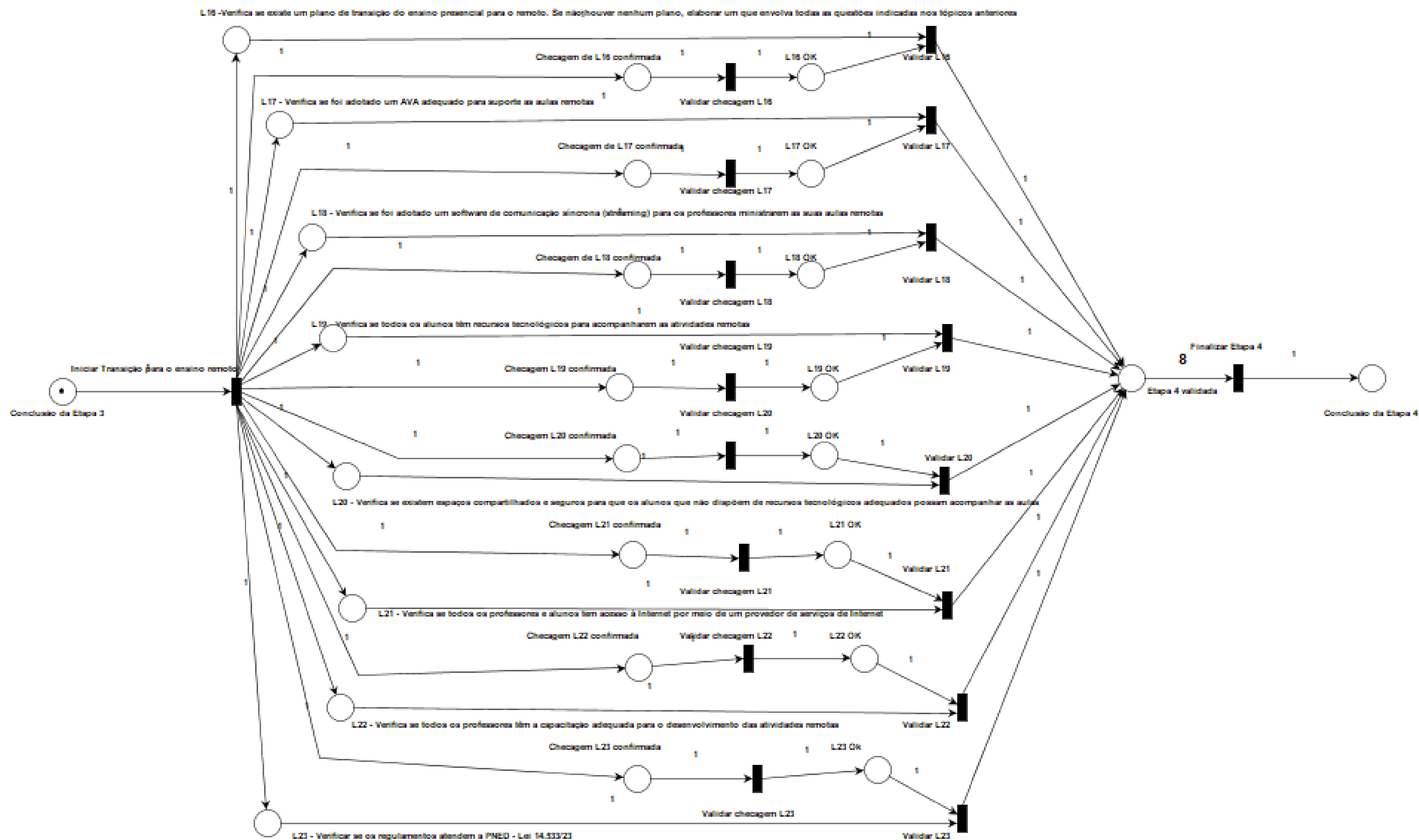
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 31 - Etapa 3: treinamento para Professores



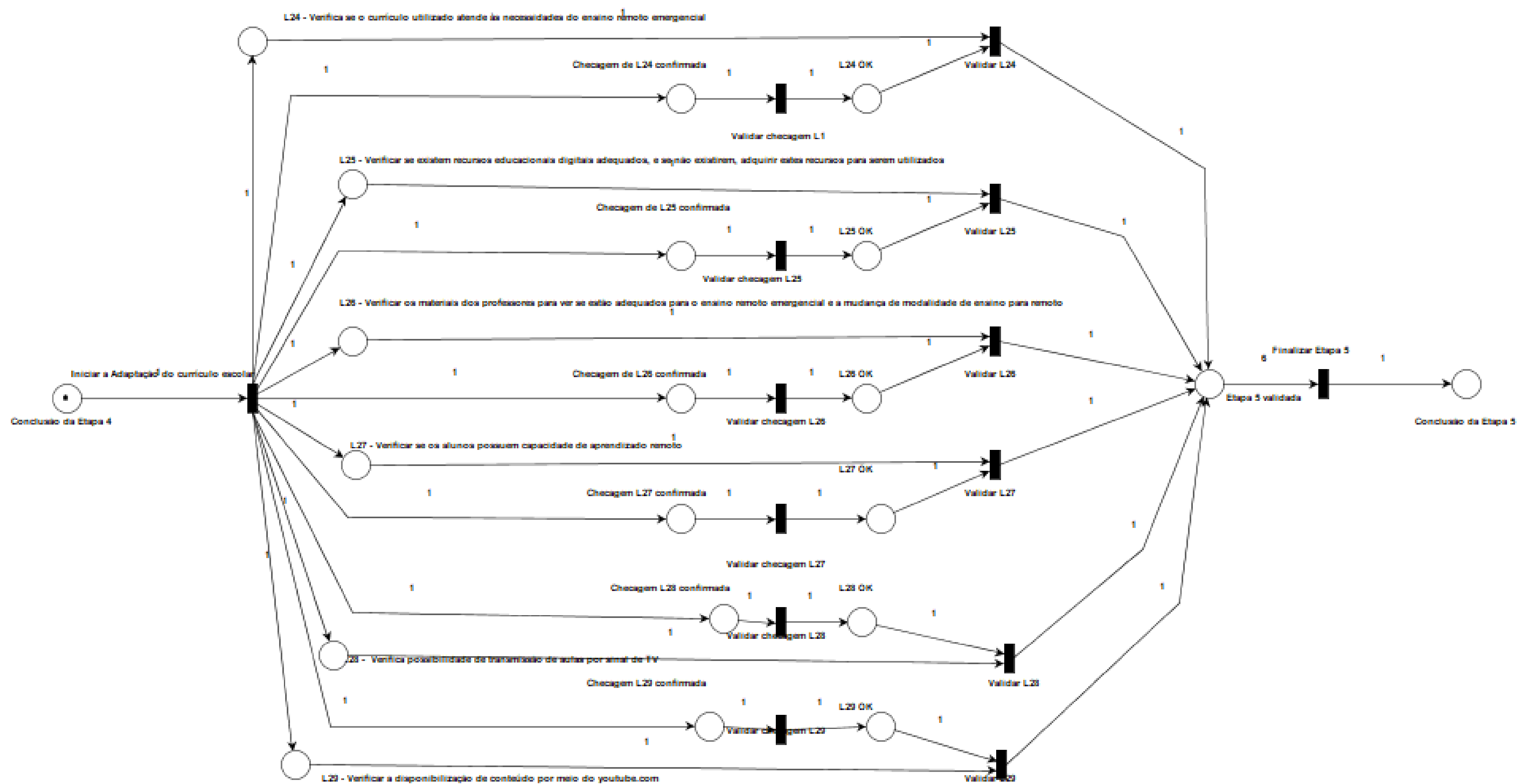
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 32 - Etapa 4: transição para o ensino remoto



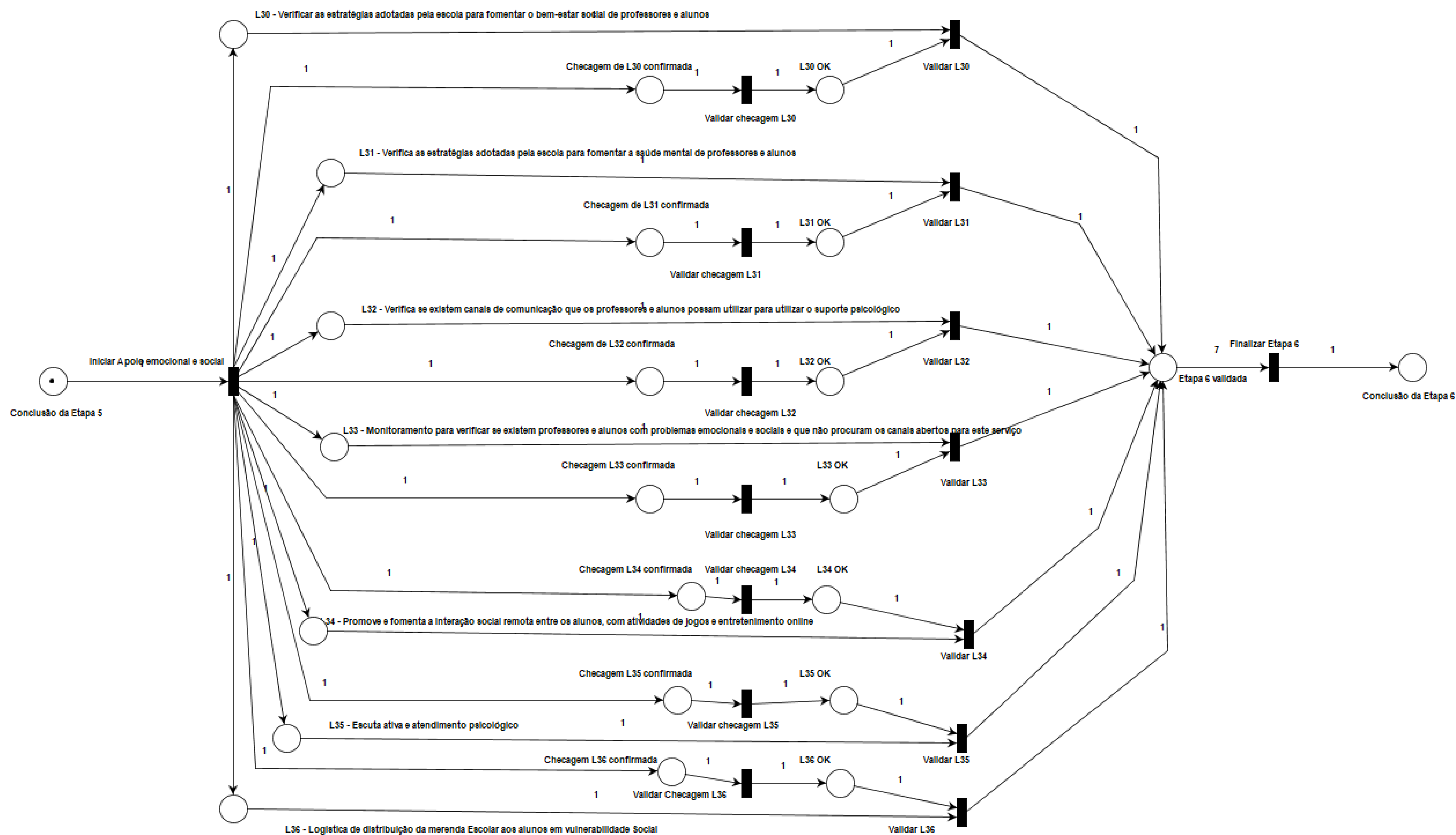
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 33 - Etapa 5: adaptação do currículo escolar



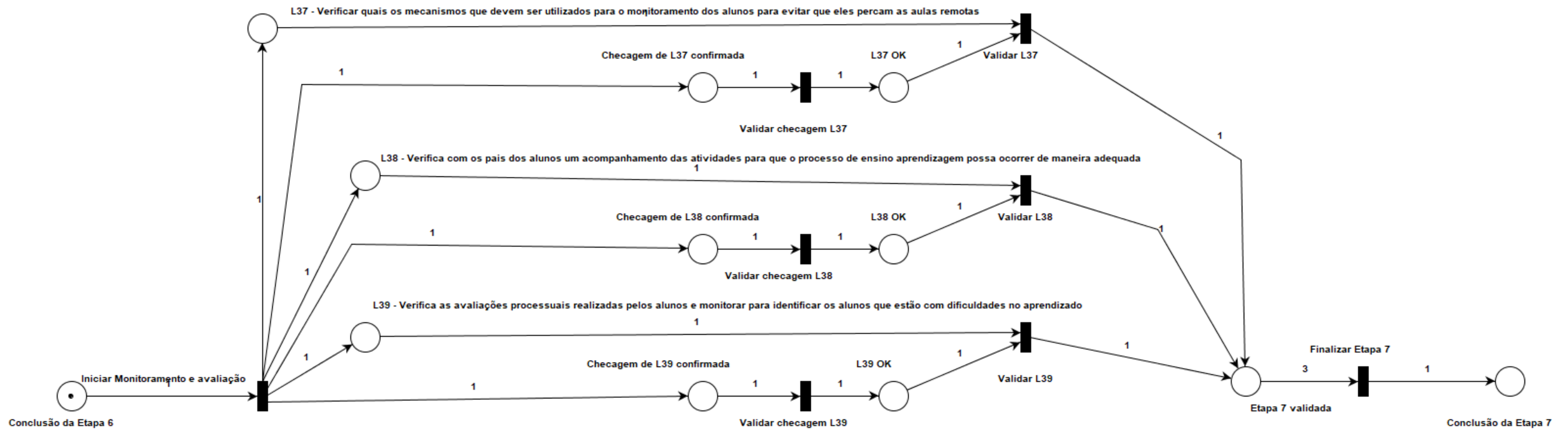
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 34 - Etapa 6: apoio emocional e social



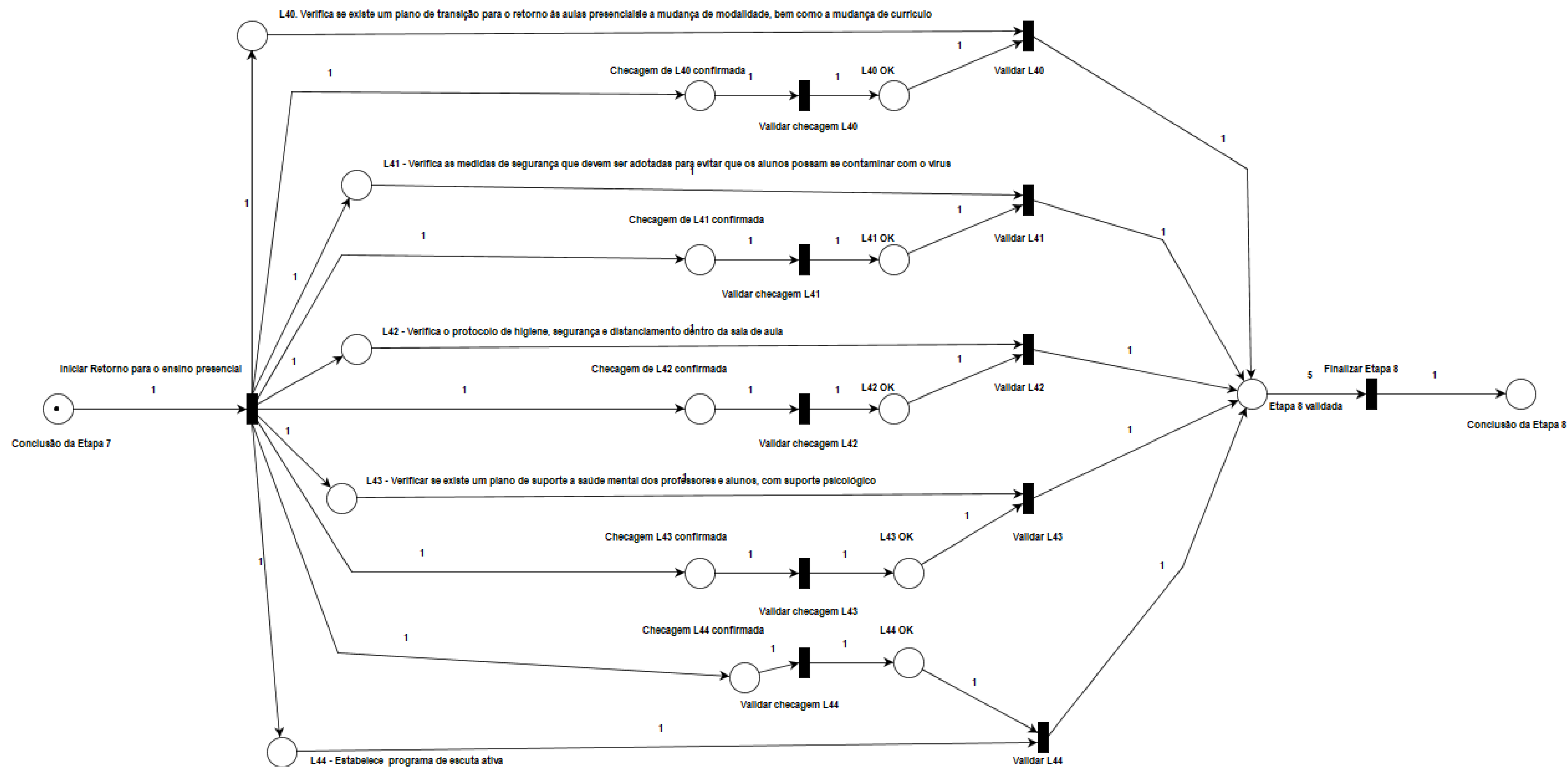
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 35 - Etapa 7: Monitoramento e avaliação



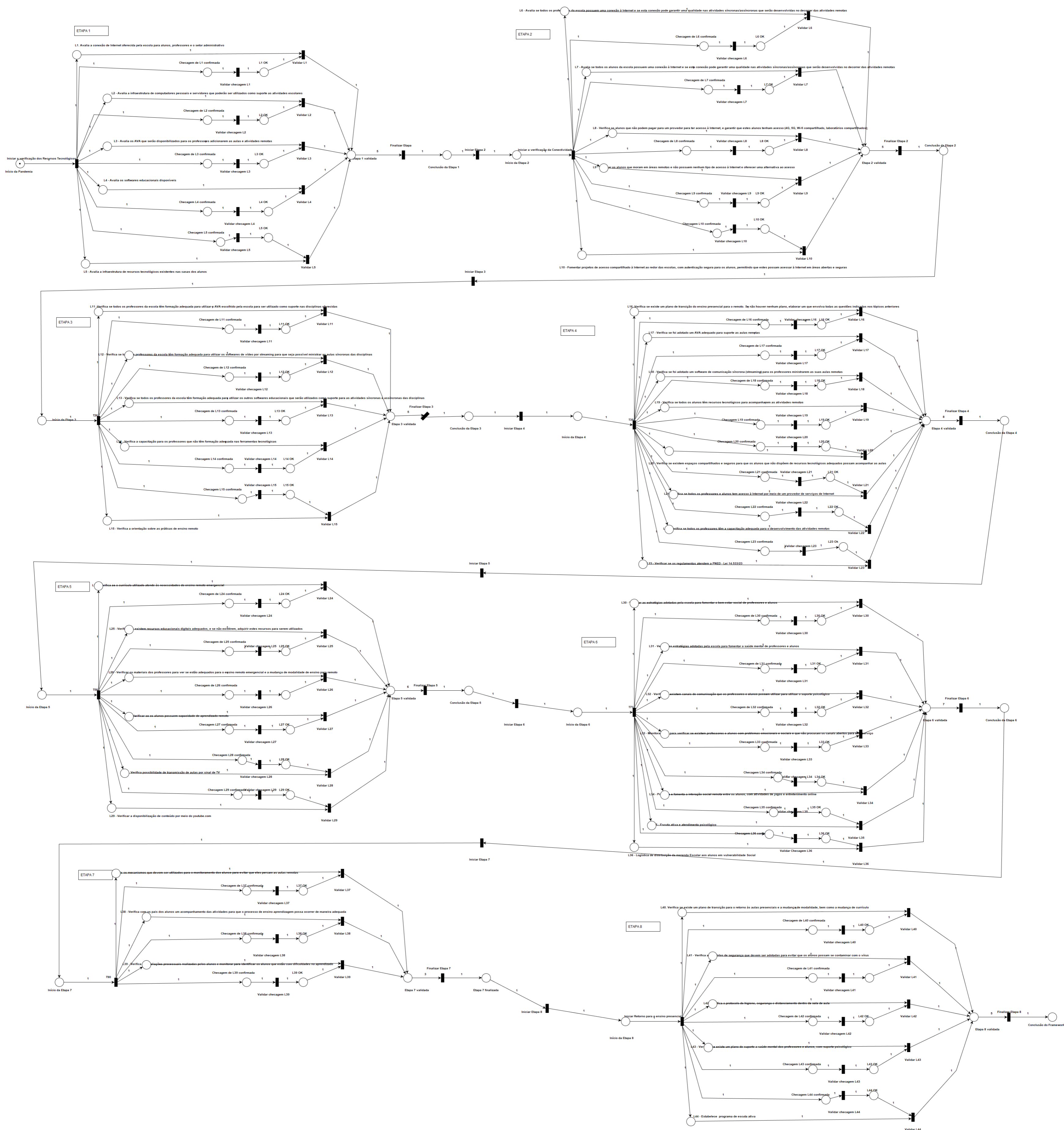
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 36 - Etapa 8: retorno para o ensino presencial



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 37 - Framework da educação em tempos de pandemia



Fonte: Autoria própria (2023)

FRAMEWORK REDES DE PETRI - P-Invariant equations

5.1.7. Etapa 7 - Monitoramento e avaliação

$$M(\text{Checagem de L37 confirmada}) + M(\text{Checagem de L38 confirmada}) + M(\text{Checagem de L39 confirmada}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 OK}) + M(\text{L38 OK}) + M(\text{L39 OK}) = 3$$

$$M(\text{Checagem de L37 confirmada}) + M(\text{Checagem de L38 confirmada}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 OK}) + M(\text{L38 OK}) + M(\text{L39 - Verifica as avaliações processuais realizadas pelos alunos e monitorar para identificar os alunos que estão com dificuldades no aprendizado}) = 3$$

$$M(\text{Checagem de L38 confirmada}) + M(\text{Checagem de L39 confirmada}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 - Verificar quais os mecanismos que devem ser utilizados para o monitoramento dos alunos para evitar que eles percam as aulas remotas}) + M(\text{L38 OK}) + M(\text{L39 OK}) = 3$$

$$M(\text{Checagem de L38 confirmada}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 - Verificar quais os mecanismos que devem ser utilizados para o monitoramento dos alunos para evitar que eles percam as aulas remotas}) + M(\text{L38 OK}) + M(\text{L39 - Verifica as avaliações processuais realizadas pelos alunos e monitorar para identificar os alunos que estão com dificuldades no aprendizado}) = 3$$

$$M(\text{Checagem de L37 confirmada}) + M(\text{Checagem de L39 confirmada}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 OK}) + M(\text{L38 - Verifica com os pais dos alunos um acompanhamento das atividades para que o processo de ensino aprendizagem possa ocorrer de maneira adequada}) + M(\text{L39 OK}) = 3$$

$$M(\text{Checagem de L37 confirmada}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 OK}) + M(\text{L38 - Verifica com os pais dos alunos um acompanhamento das atividades para que o processo de ensino aprendizagem possa ocorrer de maneira adequada}) + M(\text{L39 - Verifica as avaliações processuais realizadas pelos alunos e monitorar para identificar os alunos que estão com dificuldades no aprendizado}) = 3$$

$$M(\text{Checagem de L39 confirmada}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 - Verificar quais os mecanismos que devem ser utilizados para o monitoramento dos alunos para evitar que eles percam as aulas remotas}) + M(\text{L38 - Verifica com os pais dos alunos um acompanhamento das atividades para que o processo de ensino aprendizagem possa ocorrer de maneira adequada}) + M(\text{L39 OK}) = 3$$

$$3M(\text{Conclusão da Etapa 6}) + 3M(\text{Conclusão da Etapa 7}) + M(\text{Etapa 7 validada}) + M(\text{L37 - Verificar quais os mecanismos que devem ser utilizados para o monitoramento dos alunos para evitar que eles percam as aulas remotas}) + M(\text{L38 - Verifica com os pais dos alunos um acompanhamento das atividades para que o processo de ensino aprendizagem possa ocorrer de maneira adequada}) + M(\text{L39 - Verifica as avaliações processuais realizadas pelos alunos e monitorar para identificar os alunos que estão com dificuldades no aprendizado}) = 3$$

