

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

RAQUEL LOPES CARDOSO

**MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE EXAMES LABORATORIAIS
APLICADA AO IMPACTO NA SUSTENTABILIDADE E NO CUIDADO DA
SAÚDE BASEADO EM VALOR, PARA AVALIAÇÃO DE CUSTO E
VIABILIDADE DE LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS**

BRASÍLIA - DF
2024

RAQUEL LOPES CARDOSO

**MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE EXAMES LABORATORIAIS
APLICADA AO IMPACTO NA SUSTENTABILIDADE E NO CUIDADO DA
SAÚDE BASEADO EM VALOR, PARA AVALIAÇÃO DE CUSTO E
VIABILIDADE DE LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Doutor em Ciências Farmacêuticas, Universidade de Brasília.

Orientadora: Profa. Dra. Yanna Karla de Medeiros Nóbrega

BRASÍLIA - DF
2024

RAQUEL LOPES CARDOSO

**MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE EXAMES LABORATORIAIS
APLICADA AO IMPACTO NA SUSTENTABILIDADE E NO CUIDADO DA
SAÚDE BASEADO EM VALOR, PARA AVALIAÇÃO DE CUSTO E
VIABILIDADE DE LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Doutor em Ciências Farmacêuticas, Universidade de Brasília.

Aprovada em 29 de novembro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Yanna Karla de Medeiros Nóbrega (UnB) - Presidente

Profa. Dra. Livia Custódio Pereira – Membro Externo

Prof. Dr. Hélder José Celani Souza – Membro Externo

Profa. Dra. Pérola de Oliveira Magalhães Dias Batista – Membro Interno

Profa. Dra. Yris Maria Fonseca Bazzo - Suplente

RESUMO

CARDOSO, Raquel Lopes. **MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE EXAMES LABORATORIAIS APLICADA AO IMPACTO NA SUSTENTABILIDADE E NO CUIDADO DA SAÚDE BASEADO EM VALOR, PARA AVALIAÇÃO DE CUSTO E VIABILIDADE DE LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS.** Brasília, 2024. Defesa de tese Doutorado em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

Eficiência Produtiva (EP) é a capacidade de produzir o máximo de resultados utilizando o mínimo de recursos possível. Para este estudo no laboratório seu conceito foi adaptado e calculado como sendo o número de parâmetros reportados ou exames solicitados individualmente ao laboratório de análises clínicas, dividido pelo número de testes processados pelo equipamento analítico empregado para a realização dos exames. O objetivo do trabalho é avaliar os custos de produção analítica de um laboratório clínico através da EP. Considerando a automação *stand alone*, ou *modular automation*, como tecnologias capazes de influenciar diretamente a produtividade dos laboratórios clínicos, e dado que estão diretamente associadas aos custos de produção, redução de tempo, aumento da capacidade de produção, aumento de qualidade (redução de erros) e rapidez de liberação de resultados de exame, foi calculada a EP de linhas de exames laboratoriais de bioquímica em ambiente laboratorial tradicional, com Automação Laboratorial Total (TLA) e hospitalar, para avaliar o desempenho e desperdício de reagentes. Esse desperdício foi calculado através da EP por parâmetro bioquímico e global, por refletir os custos com reagentes e controles de qualidade gastos pelo laboratório, os quais podem representar a sustentabilidade, viabilidade financeira e permitir melhorias de processos do laboratório. A EP de um dos Núcleos Técnicos Operacionais (NTO), com o maior nível de automação laboratorial da empresa, a EP foi superior a 90 para todos os parâmetros bioquímicos. Para os demais NTOs e NTHs (Hospitalar) com automação *Stand alone*, a EP é bem inferior, ressaltando o ambiente hospitalar que atinge EP de 50%. Na análise econômico financeira o impacto total de desperdício em todas as unidades operacionais foi de US\$ 220.236,30, cujo detalhamento mostra perdas por repetições de controle de qualidade interno e insumos auxiliares, assim como, tempo ocioso em equipamentos *stand alone*. A otimização de recursos nestes parques de produção, revelam uma oportunidade de aumento da eficiência produtiva e ganho de Cuidados de Saúde Baseados em Valor, o que reduz custos na cadeia assistencial do cuidado ao paciente, e otimiza recursos, de modo a possibilitar eficiência no uso de reagentes e insumos por pacientes.

Palavras-Chaves: Eficiência produtiva; Cuidados de saúde baseados em valor; Análises clínicas; Sustentabilidade; Custos; Desperdícios.

ABSTRACT

CARDOSO, Raquel Lopes. **MEASURING THE PRODUCTION EFFICIENCY OF LABORATORY TESTS APPLIED TO THE IMPACT ON SUSTAINABILITY AND VALUE-BASED HEALTHCARE, FOR COST EVALUATION AND FEASIBILITY OF A CLINICAL ANALYSIS LABORATORY.** Brasília, 2024. Tese de Doutorado em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

Productive Efficiency (PE) is the ability to produce maximum results while using the minimum resources possible. For this study conducted in the laboratory, the concept was adapted and calculated as the number of parameters reported or tests individually requested from the clinical analysis laboratory, divided by the number of tests consumed by the analytical equipment used to perform the exams. The objective of this work is to assess the analytical production costs of a clinical laboratory through PE. Considering standalone automation or modular automation as technologies capable of directly influencing clinical laboratories' productivity—and given that these are directly associated with production costs, time reduction, increased production capacity, quality improvement (error reduction), and faster release of test results—PE was calculated for biochemical test lines in a traditional laboratory environment, with Total Laboratory Automation (TLA), and in hospital settings. The aim was to evaluate performance and reagent waste. This waste was calculated based on PE per biochemical parameter and globally, as it reflects costs with reagents and quality controls used by the laboratory, which can represent sustainability, financial viability, and enable process improvements in the laboratory. The PE of one of the Technical Operational Centers (TOC) with the highest level of laboratory automation in the company exceeded 90 for all biochemical parameters. For the other TOCs and hospital-based centers with standalone automation, PE was significantly lower, with hospital environments achieving a PE of 50%. In the financial analysis, the total impact of waste across all operational units amounted to \$220,236.30. This figure detailed losses from internal quality control repetitions, auxiliary supplies, and idle time on standalone equipment. Optimizing resources in these production setups reveals an opportunity to enhance productive efficiency and achieve Value-Based Healthcare, reducing costs across the patient care chain and optimizing resources to enable efficient use of reagents and supplies per patients.

Keywords: Productive efficiency; Value-Based Health Care; clinical analysis; sustainability; cost

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planta baixa da integração dos equipamentos da linha de automação Aptio®	34
Figura 2- Variáveis mapeadas para gestão de parque de produção no laboratório...	57
Figura 3 - Planejamento estratégico para implantação de sistemas de automação laboratorial.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Menu de Parâmetros do Núcleo Técnico Operacional (NTO) e Hospitalar (NTH).....	34
Tabela 2 - Eficiência Produtiva (EP) global relatada por Núcleo Técnico Operacional (NTO) e Hospitalar (NTH) do laboratório estudado em 2022 por linha de produção.....	40
Tabela 3 – Avaliação da EP de Ácido Úrico por Local de Produção.....	41
Tabela 4 – Avaliação da EP do parâmetro Albumina por Local de Produção.....	42
Tabela 5 – Avaliação da EP do parâmetro Amilase por Local de Produção.....	43
Tabela 6 – Avaliação da EP do parâmetro Bilirrubina Direta por Local de Produção.....	43
Tabela 7 – Avaliação da EP do parâmetro Bilirrubina Total por Local de Produção.....	44
Tabela 8 – Avaliação da EP do parâmetro Cálcio por Local de Produção.....	45
Tabela 9 – Avaliação da EP do parâmetro Colesterol Total por Local de Produção.....	46
Tabela 10 – Avaliação da EP do parâmetro Creatinina por Local de Produção.....	46
Tabela 11 – Avaliação da EP do parâmetro Fosfatase Alcalina por Local de Produção.....	47
Tabela 12 – Avaliação da EP do parâmetro Gamaglutamil Transferase por Local de Produção.....	48
Tabela 13 – Avaliação da EP do parâmetro Glicose por Local de Produção.....	48
Tabela 14 – Avaliação da EP do parâmetro Colesterol HDL por Local de Produção.....	49
Tabela 15 – Avaliação da EP do parâmetro Colesterol LDL por Local de Produção.....	50
Tabela 16 – Avaliação da EP do parâmetro Lipase por Local de Produção.....	50
Tabela 17 – Avaliação da EP do parâmetro Proteínas Totais por Local de Produção.....	51
Tabela 18 – Avaliação da EP do parâmetro TGO por Local de Produção.....	51
Tabela 19 – Avaliação da EP do parâmetro TGP por Local de Produção.....	52
Tabela 20 – Avaliação da EP do parâmetro Triglicérides por Local de Produção.....	52
Tabela 21 – Avaliação da EP do parâmetro Ureia por Local de Produção.....	53
Tabela 22 – Avaliação Impacto econômico-financeiro	54
Tabela 23 – Avaliação Impacto econômico-financeiro detalhado por classificação de Insumo.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de indicadores de desempenho utilizados para medir e controlar os objetivos da empresa.....	25
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EP	Eficiência Produtiva
VBHC	<i>Value-based health care</i>
NTO	Núcleo Técnico Operacional ou <i>Technical Operational Center</i>
NTH	Núcleo Técnico Hospitalar ou <i>Technical Hospital Center</i>
LIS	<i>Lab Information System</i> ou Sistema de Informações Laboratoriais
PALC	Programa de Acreditação de Laboratório Clínico
CAP	<i>College of American Pathologists</i>

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Eficiência Produtiva.....	12
1.2. Automação Laboratorial	13
1.3. Custos de Produção Analítica	15
1.4. Exames Laboratoriais	17
1.5. Gestão da qualidade.....	18
1.6. Gestão Analítica	21
1.7. Validação de Processos	21
1.7.1. Conceito e Definições	22
1.8. Indicador de Desempenho	23
1.9. Cuidados de Saúde Baseados em Valores	27
2. JUSTIFICATIVA	29
3. OBJETIVOS.....	30
3.1. Objetivo geral	30
4. METODOLOGIA.....	31
4.1. Campo de Estudo.....	31
4.2 Critérios de inclusão e exclusão	31
4.3 Diferenciação dos Equipamentos	32
4.3.1. Linha de Produção	32
4.3.2. Sistema analítico em linha de automação laboratorial estudada NTO A	33
4.3.3. Sistema analítico em linha de automação laboratorial estudada outros NTO e NTH	37
4.4. Modelos de Automação empregados.....	37
4.4.1. Sistema Analítico <i>Stand-Alone Automation</i> (SAA)	38
4.4.2. Sistema Analítico <i>Modular Automation</i> (MA).....	38
4.5. Cálculo da Eficiência Produtiva (EP).....	39
4.6. Análise Estatística	39
5. RESULTADOS	40
5.1. Avaliação total da Eficiência Produtiva (EP)	40
5.2. Avaliação da Eficiência Produtiva (EP) por parâmetro bioquímico avaliado.....	42
5.2.1. Eficiência Produtiva do Ácido Úrico	42
5.2.2. Eficiência Produtiva da Albumina.....	43
5.2.3. Eficiência Produtiva da Amilase	44
5.2.4. Eficiência Produtiva da Bilirrubina Direta (BD).....	45
5.2.5. Eficiência Produtiva da Bilirrubina Total (BT).....	46
5.2.6. Eficiência Produtiva do Cálcio	46

5.2.7. Eficiência Produtiva do Colesterol Total	47
5.2.8. Eficiência Produtiva do Creatinina.....	48
5.2.9. Eficiência Produtiva da Fosfatase Alcalina	49
5.2.10. Eficiência Produtiva da Gamagutamyl Transferase (GGT)	49
5.2.11. Eficiência Produtiva da Glicose	50
5.2.12. Eficiência Produtiva do Colesterol HDL.....	50
5.2.13. Eficiência Produtiva do Colesterol LDL	51
5.2.14. Eficiência Produtiva da Lipase	52
5.2.15. Eficiência Produtiva das Proteínas Totais	53
5.2.16. Eficiência Produtiva de Transaminase Pirúvica (TGP).....	54
5.2.16. Eficiência Produtiva de Triglicerídeos	54
5.2.17. Eficiência Produtiva de Ureia.....	55
5.3. Avaliação impacto econômico-financeiro na sustentabilidade	55
5.3.1. Impactos econômico-financeiros comparativos de custo de produção	55
6. DISCUSSÃO.....	59
7. CONCLUSÃO	62
8. PERSPECTIVAS	64
9. REFERÊNCIAS	68

1.INTRODUÇÃO

1.1. Eficiência Produtiva

O conceito de Eficiência Produtiva (EP) surgiu há bastante tempo a partir de estudos na área de Economia, e foi sendo aplicado em diversos setores até chegar ao laboratório de Análises Clínicas. Há pouca literatura atualizada sobre sua definição, mas dado o contexto histórico necessário, segue uma breve caracterização do tema.

Os estudos empregados para avaliação da EP têm sua origem nos trabalhos de Koopmans e Debreu (FÄRE; GROSSKOPF; LOVELL, 1995). Inicialmente, Koopmans (1951) definiu EP com base na capacidade de produção, que um produtor é eficiente quando um aumento na produção de qualquer um dos resultados, exige uma redução em pelo menos um outro resultado, ou um aumento no consumo de pelo menos um dos recursos, ou quando a redução do consumo de qualquer recurso necessariamente exige um acréscimo no consumo de pelo menos um outro recurso ou a redução na produção de pelo menos um dos resultados (FÄRE; GROSSKOPF; LOVELL, 1995).

Debreu (1951) determinou o “coeficiente de utilização de recursos”, considerado o primeiro indicador de EP conhecido, voltado à redução do consumo de recursos. Esse coeficiente consiste na redução proporcional máxima de todos os recursos, mantendo a produção do resultado na mesma quantidade. Essa definição induz um conceito de EP que gerou a criação do postulado de Debreu, segundo o qual um produtor é eficiente no consumo de recursos, quando não é possível gerar a mesma produção com um consumo proporcionalmente menor. Em outras palavras, um produtor é eficiente na produção de resultados quando não é possível, com as mesmas quantidades de recursos, gerar uma produção maior (FÄRE; GROSSKOPF; LOVELL, 1995).

Outra definição diz que ser eficiente é ser produtivo com o mínimo de esforço e o menor desperdício de recursos (HUSSEY, 1997).

Um conceito mais atual define a EP como a habilidade de evitar desperdícios, produzindo tantos resultados quanto os recursos utilizados permitem, ou utilizando o mínimo de recursos possível para aquela produção (BELLONI; LAPA, 2000).

Com base nesse conhecimento, o conceito que Koopmans propôs em 1951 foi fundido com o conceito de eficiência de Pareto, formando o conceito de eficiência produtiva Pareto-Koopmans, que diz que sob a ótica da produção de bens e serviços gerada por uma organização, uma empresa é eficiente do ponto de vista produtivo, quando

otimiza (maximiza) a produção gerada comparativamente ao consumo necessário (BELLONI; LAPA, 2000; CESCO NETTO; LAPA; CALVO, 2008).

A EP é decomposta em dois componentes, eficiência de escala e eficiência técnica. A eficiência de escala é o componente da eficiência produtiva associado às variações da produtividade decorrentes de mudanças na escala de operação, enquanto a eficiência técnica é associada à habilidade gerencial dos administradores, e é o componente da eficiência produtiva que resulta quando são isolados os efeitos da eficiência de escala (WONNACOTT, P.; WONNACOTT, 1985).

Já os estudos sobre eficiência produtiva Pareto-Koopmans costumam considerá-la formada de dois componentes: A eficiência econômica ou alocativa e a eficiência técnica ou física. A eficiência econômica ou alocativa refere-se à capacidade de uma organização de maximizar a receita e minimizar os custos, considerando as quantidades e os preços dos insumos processados e dos produtos gerados. E a eficiência técnica ou física, que se refere à habilidade de evitar desperdícios, seja na utilização de uma quantidade de insumos maior que o necessário, seja na produção de bens ou serviços em quantidades inferiores às consideradas possíveis (CESCONETTO; LAPA; CALVO, 2008).

Embora haja um hiato temporal e pequenos ajustes nos conceitos, ao longo do tempo essas definições continuam sem muitas alterações e são aplicadas a diversas situações, desde a indústria de diversos segmentos até o setor de saúde, onde aparece onde ainda é aplicado em situações pontuais, como no laboratório de análises clínicas.

1.2. Automação Laboratorial

A automação é considerada um dos avanços mais importantes na história recente do diagnóstico laboratorial (LIPPI; DA RIN, 2019). Uma variedade de soluções de automação de laboratório está disponível globalmente há décadas, com tecnologias que avançaram com base em inovação da engenharia clínica e na prática de tentativa e erro (GENZEN *et al.*, 2018).

Inicialmente, a palavra automação na década de 1980 era utilizada no cenário do laboratório clínico referindo-se apenas aos analisadores ou equipamentos analíticos empregados nos laboratórios. Do final dessa década em diante, a automação encontrou espaço em todas as etapas do processo de diagnóstico, abrangendo a fase analítica e também as fases pré- e pós-analíticas (EVANGELOPOULOS *et al.*, 2013).

Na automação laboratorial, é importante destacar que não existe uma definição única e que sua classificação geralmente se baseia na complexidade da integração dos instrumentos analíticos, variando entre: nenhuma automação (todos os analisadores existentes são classificados como máquinas autônomas ou individuais), automação parcial do laboratório (com as chamadas “ilhas de automação”, onde alguns analisadores de laboratório estão interconectados e parcialmente integrados com estações de trabalho pré-analíticas, como na área de trabalho de soro, integrando química clínica e testes imunoquímicos), até a Automação Laboratorial Total (TLA), em que a maioria dos analisadores realiza diferentes tipos de testes (química clínica, imunoquímica, hematologia, hemostasia e assim por diante) em diferentes matrizes de amostra (sangue total, soro, plasma heparinizado, citratado, líquidos corporais e urina), e estão fisicamente integrados como sistemas modulares ou conectados por linhas de montagem (como esteiras, correias e outros tipos de transportadores) (EVANGELOPOULOS *et al.*, 2013).

Nos modelos mais amplos de TLA, muitas etapas pré-analíticas e pós-analíticas, tais como entrada de amostra, verificação de entrada, triagem, destampamento automático de tubos, centrifugação, separação, aliquotagem, tampamento de tubos e armazenamento, são realizadas automaticamente em estações de trabalho conectadas fisicamente com os analisadores e gerenciadas por softwares. (LIPPI; DA RIN, 2019).

Atualmente, o que diferencia a tecnologia de automação de tantas outras soluções de eficiência para os laboratórios clínicos, são as economias drásticas que ela traz para o laboratório clínico, o que despertou o interesse de laboratórios no mundo oriental, principalmente no Japão, e dos laboratórios americanos e europeus, que rapidamente perceberam os benefícios e integralizaram essas ferramentas como formas de trabalho a serem implementadas (EVANGELOPOULOS *et al.*, 2013).

A difusão da automação laboratorial tem sido impulsionada por um processo contínuo de reorganização do diagnóstico laboratorial de acordo com o modelo paradigmático “*hub-and-spoke*”, onde as instalações laboratoriais estão cada vez mais organizadas dentro de uma rede que engloba laboratórios periféricos, aqueles que realizam operações simples, ou seja, de primeira linha, e os laboratórios de instalações centrais ou de testes, onde grandes volumes de amostras são entregues para a realização de testes mais especializados (LIPPI; MATTIUZZI, 2013).

Em 2018, estudo desenvolvido por Genzen *et al.* (2018) abordou as dificuldades e os benefícios envolvidos na implementação e manutenção de TLA em um ambiente de laboratório clínico, através da opinião de um grupo de cinco especialistas, que

compartilham suas perspectivas sobre automação laboratorial, e fornecem conselhos práticos com base em suas experiências com o TLA em suas respectivas instalações laboratoriais (GENZEN *et al.*, 2018).

Os especialistas destacam alguns pontos relevantes sobre automação laboratorial que merecem ênfase, dentre estes pontos podemos destacar: padronização simplificadas e eficientes no gerenciamento do fluxo de trabalho, melhoria no desempenho de testes complexos, gerenciamento melhorados de testes de alto volume, menor tempo de resposta (TAT) pela eliminação de algumas etapas pré-analíticas, reduzindo tempo e custos de pessoal, sem falar nas reduções notáveis de erros e riscos biológicos atribuíveis ao manuseio manual de amostras. Outra vantagem importante é representada pelo gerenciamento mais eficiente de reexecuções, que podem ser realizadas automaticamente com pouca ação do operador (GENZEN *et al.*, 2018)

Outro impacto ressaltado é o aumento no volume de testes processados, considerado o principal motivo para a implementação da automação, o qual traz melhorias significativas em TAT, qualidade e produtividade. A automação é um modo de vida nos laboratórios, e os funcionários reconhecem o valor da automação e não estão preocupados com a substituição por robôs”(GENZEN *et al.*, 2018).

Um outro benefício apontado pelos especialistas é a redução de erros e a maior precisão dos dados analíticos com a robótica. E no gerenciamento de um programa de controle de qualidade, a automação evita o retrocesso na qualidade, especialmente ao contratar laboratoristas inexperientes (GENZEN *et al.*, 2018).

A automação oferece outros benefícios importantes, como aumentar as ofertas de menu de teste interno do laboratório, aprimorar a verificação de qualidade pré-analítica de amostras (hemólise, lipemia e icterícia), diminuir o resultado do teste TAT, otimizar testes complementares (a recuperação e reanálise de amostras são mais eficientes), agilizar os relatórios de resultados e aumentar a eficiência da organização de amostras que são compartilhadas entre diferentes laboratórios em vários locais, além da redução no volume de amostras manipuladas manualmente, reduzindo a exposição a riscos biológicos (GENZEN *et al.*, 2018)

1.3. Custos de Produção Analítica

Em um modelo de Automação Laboratorial Total (TLA), muitos analisadores que executam diferentes tipos de testes em diferentes matrizes de amostras são fisicamente

integrados com os sistemas modulares ou fisicamente conectados por linhas de montagem. A oportunidade de integrar múltiplas especialidades diagnósticas em uma única linha de produção parece eficaz para melhorar a eficiência, organização, padronização, qualidade e segurança dos exames laboratoriais, além de proporcionar um retorno significativo do investimento a longo prazo e possibilitar a requalificação de pessoal (LIPPI; DA RIN, 2019).

Por outro lado, o desenvolvimento de um modelo de TLA também apresenta alguns problemas potenciais, representados principalmente por custos iniciais mais altos, aumento dos gastos com suprimentos, requisitos de espaço e restrições de infraestrutura, superlotação de pessoal, aumento da geração de ruído e calor, maior risco de paralisação, questões críticas para o gerenciamento de amostras biológicas, necessidade de pessoal treinado em tecnologias específicas, além do risco de transição para um laboratório dirigido pelo fabricante (LIPPI; DA RIN, 2019).

Como muitas inovações tecnológicas em andamento no cenário atual, largamente impulsionado por políticas de contenção de custos, há uma maior difusão da automação laboratorial, entretanto suas vantagens e limitações potenciais precisam ser discutidas e estudadas (LIPPI; DA RIN, 2019).

Há vários fatores que devem ser considerados que afetam a automação, bem como seus tempos de inatividade, tais como: o atendimento da empresa fornecedora da automação ao cliente (evitar tempo de inatividade do sistema, armazenamento de peças de reposição, possibilidade de diagnóstico remoto do sistema em tempo real, etc), instrumentos apropriados para os volumes de teste do laboratório, treinamento da equipe do laboratório clínico (GENZEN *et al.*, 2018)

A justificação dos custos é sempre difícil, embora existam aspectos dos testes de laboratório que são fáceis de quantificar, outros benefícios potenciais da automação, incluindo redução de lesões por movimentos repetitivos, reprodutibilidade aprimorada, TAT aprimorado e erros reduzidos, podem ser mais difíceis de atribuir um valor monetário (GENZEN *et al.*, 2018).

Os modelos de justificação de custos podem considerar rendimento, pessoal, custos de suprimentos, redução de erros, melhoria da qualidade e TAT. Além de considerar o custo real do equipamento, a justificativa de custo deve incluir as despesas de manutenção contínua, que podem representar uma porcentagem significativa do preço total de compra anualmente. A avaliação do impacto da automação nos resultados é

necessária e esta informação pode servir de base para modelos de justificação de custos no futuro (GENZEN *et al.*, 2018).

Por outro lado, a justificativa de custo deve ser abordada identificando os principais fatores que estão impedindo o fluxo de trabalho eficiente no laboratório. É importante avaliar os benefícios não financeiros da utilização da automação: redução do estresse da equipe e do risco de exposição/lesão, maior confiança em simplificar os testes em tempo hábil e permitir mais tempo para se dedicar à solução de problemas de casos críticos (GENZEN *et al.*, 2018).

Por fim, vale salientar que a ampla incorporação da automação laboratorial foi impulsionada principalmente pelo conceito derivado da indústria de que os robôs diminuem os custos de fabricação e podem executar tarefas em um ritmo que nenhum ser humano poderia administrar. A principal questão a ser entendida aqui é que o benefício financeiro da automação laboratorial só pode ser percebido após a recuperação do investimento de capital no projeto (GENZEN *et al.*, 2018).

1.4. Exames Laboratoriais

Os exames laboratoriais têm como objetivo fornecer informações necessárias para o esclarecimento de diagnósticos ou situações específicas não passíveis de serem elucidadas por outros meios. As análises laboratoriais estão sujeitas a diversos interferentes. Mesmo indivíduos saudáveis podem apresentar variações nos exames decorrentes de fatores que podem gerar equívocos na interpretação dos resultados (RAMOS; OLIVEIRA; SOUZA, 2020).

A produção de exames laboratoriais envolve três fases, a pré-analítica, a analítica e pós-analítica, sendo a fase analítica considerada um desafio constante na prática clínica laboratorial (RAMOS; OLIVEIRA; SOUZA, 2020), razão pela qual a automação laboratorial investe esforços para desenvolvimento de *Hardware* (partes físicas dos equipamentos usados no processo de diagnóstico do laboratório), Fluxo de trabalho (atividade executada por uma pessoa, uma máquina ou uma combinação de ambos), Programas (*software* que inclui a interface de automação com o usuário para revisar, documentar e transmitir resultados do usuário e armazenamento), tempo de liberação de resultados e qualidade (considerada uma medida de excelência e uniformidade de procedimentos) (ANTONIOS; CROXATTO; CULBREATH, 2022).

Na busca pela qualidade, os laboratórios clínicos vêm aprimorando o sistema de gestão da qualidade com o uso de procedimentos padronizados, condizentes com regulamentações técnicas e boas práticas de laboratório, podendo garantir a confiabilidade dos resultados com mínimo de erros e interferências e a integridade das pessoas, instalações e equipamentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

1.5. Gestão da qualidade

A qualidade enquanto conceito, evoluiu da adequação ao padrão para o ajuste das necessidades latentes dos clientes. Naturalmente a gestão da qualidade acompanhou também esta evolução, deixando de estar direcionada principalmente para processos isolados, e passando a ser gerenciada pela qualidade total, alinhando esta evolução com o planejamento estratégico da empresa, sendo assim, passou a ser fundamental para conquista das vantagens competitivas sobre a concorrência (SHIBA; GRAHAM; WALDEN, 1993).

A qualidade dos produtos e serviços das empresas estão diretamente relacionadas à sua sobrevivência no mercado competitivo, pois os clientes estão cada vez mais rigorosos quando o quesito é qualidade. De acordo com Gonçalves, Silva e Barbosa (2012) (GONCALVES; SILVA; BARBOSA, 2012) que corrobora com Carvalho e Paladini (2012) (CARVALHO; PALADINI, 2012) destacamos que avaliar a qualidade torna-se relevante para o gerenciamento das organizações, e são necessários esforços para criar um modelo adequado para a gestão da qualidade e o desenvolvimento de estratégias para auxiliar o processo de avaliação, e são estes fatores que contribuem para que esta avaliação tenha toda essa importância (GONÇALVES; SILVA; BARBOSA, 2012).

De acordo com o levantamento realizado por Salgado et al (2013) a gestão da qualidade total está voltada para a satisfação do cliente, para o alcance de alta produtividade e para redução de custos, tendo um total controle dos processos utilizados e dos produtos finais entregues ao cliente (SALGADO *et al.*, 2013). Desta forma, surge a necessidade de métodos mais específicos de qualidade para aplicar nas organizações, e deram origem às normas de padrão de qualidade ISO 9000.

No laboratório clínico, a gestão da qualidade tem papel fundamental não somente da padronização, medição dos processos e sustentabilidade, mas principalmente no monitoramento e garantia da segurança do paciente. As consequências dos erros em laboratórios de análises clínicas podem ser muitas vezes graves, especialmente quando o

teste irá definir um diagnóstico, ocasionando resultados falsos positivos, ou ainda falsos negativos. Ambas as circunstâncias, colocam em risco a saúde do paciente e produzem custos desnecessários para o sistema de saúde (LIPPI *et al.*, 2009).

Nesse contexto a necessidade de confiança nos resultados liberados por laboratórios de análises clínicas tem sido considerada uma prioridade, pois os dados produzidos em medicina laboratorial têm uma grande influência na tomada de decisão dos clínicos e no diagnóstico dos pacientes (LIPPI, 2009; MCCAY; LEMER; WU, 2009; SONNTAG, 2009). onde a gestão da qualidade, tem como missão a garantia da adequação de toda cadeia de produção logística (coleta, transporte do material biológico e preparo do paciente), cadeia de produção (adequação do insumos e material biológico, adequação do equipamento e fornecedores de insumos críticos), além da segurança das informações dos pacientes (LIPPI, 2009; MCCAY; LEMER; WU, 2009; SONNTAG, 2009).

Para melhor compreendermos as fontes de erros em laboratórios clínicos, primeiro temos que conhecer e analisar as fases e os processos que compõem esse tipo de serviço de diagnóstico. Os testes realizados em um laboratório de análises clínicas passam por uma série de fases (DA RIN, 2009; LUNDBERG, 1981).

Estas fases servem para obtenção de um laudo laboratorial que ajudará no diagnóstico do paciente e geralmente iniciam fora do laboratório (DA RIN, 2009). A fase pré-analítica inicia-se com a solicitação da análise, passando pela obtenção de informações relevantes dos pacientes, coleta, identificação, armazenamento, transporte e recebimento das amostras biológicas (LUNDBERG, 1981; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005). Além disso, devem-se observar os critérios de aceitação e rejeição dessas amostras, e o laboratório deve ter um sistema de rastreabilidade eficiente destas informações (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

A fase pré-analítica finda ao iniciar-se a análise laboratorial propriamente dita, já a fase analítica compreende o conjunto de operações utilizado na realização das análises laboratoriais por um determinado método. Os processos envolvidos nesta fase dão continuidade aos iniciados na fase pré-analítica. E finalmente ocorre a fase pós-analítica, que se inicia após a obtenção de resultados válidos das análises, e acaba com a emissão do laudo, o qual será interpretado pelo médico solicitante para posterior tomada de conduta frente ao paciente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

Por meio do processo de medição é possível identificar a capacidade da organização e os níveis de desempenho esperados, tanto dos processos operacionais quanto do sistema estratégico da empresa. Possibilita, também, identificar as

necessidades de *feedback*, o que pode ser melhorado, sobre o que concentra a atenção e onde colocar os recursos (SINK; TUTTLE, 1993).

A moderna gestão da qualidade envolve muito mais do que um simples controle de qualidade estatístico operacionalizado todos os dias nas bancadas dos laboratórios clínicos (FRASE, 2001). Os elementos essenciais das boas práticas de laboratório, a garantia, melhoria e o planejamento da qualidade devem estar incluídos na gestão da qualidade. Estes constituem os elementos básicos da gestão total da qualidade nos laboratórios clínicos.

Todas as definições da qualidade podem ser interpretadas na área de medicina laboratorial no sentido de estabelecer condições para que a qualidade de todos os ensaios executados no laboratório clínico apoie os médicos nas boas práticas da medicina. Assim, antes de controlar, praticar, garantir ou melhorar a qualidade dos procedimentos laboratoriais, deve-se conhecer profundamente qual o nível de qualidade necessário para assegurar decisões clínicas satisfatórias. Com esse objetivo, especificar a qualidade requerida para os procedimentos laboratoriais é um pré-requisito necessário para implantar uma efetiva gestão da qualidade.

Especificações da qualidade para o erro total de um ensaio definem a variação máxima aceitável em um determinado resultado laboratorial, gerada a partir dos efeitos combinados dos erros aleatórios e sistemáticos (BERLITZ, 2010). Limites de erro total definem o quanto os resultados para amostras de pacientes devem se aproximar dos valores alvo designados visando a um desempenho aceitável clinicamente para esses ensaios laboratoriais.

Especificações da qualidade são muitas vezes expressas em termos de erro total, porém podem também ser estratificadas em termos de erro aleatório e sistemático. Esses requisitos de desempenho analítico são extremamente importantes para o laboratório clínico, podendo ter diversas aplicações. Especificações da qualidade podem ser utilizadas em, por exemplo: Seleção de novos métodos e/ou sistemas analíticos; Validação (avaliação de desempenho) de novos métodos analíticos; Padronização de sistema de controle da qualidade analítica; Avaliação de resultados de controle de qualidade interno e Avaliação de resultados de ensaios de proficiência.

1.6. Gestão Analítica

A especificação da qualidade analítica trata de requisitos do processo analítico para garantir que resultados produzidos pelos laboratórios atendam a um nível de qualidade desejado. Os principais conceitos relacionados são as características de desempenho analítico que se deseja controlar: erro aleatório (imprecisão), erro sistemático (inexatidão) e erro total (RAMOS; OLIVEIRA; SOUZA, 2020).

1.7. Validação de Processos

A avaliação de desempenho de um processo (um novo ensaio, uma nova sistemática de análise, novo *kit* reagente, etc) a ser implantado na rotina de um laboratório clínico é uma etapa indispensável para assegurar o atendimento dos requisitos dos clientes e, em última análise, a relevância clínica dos resultados laboratoriais gerados.

A validação do desempenho de um processo e a sua aprovação para utilização na rotina consistem em avaliar o seu nível de erros frente a uma determinada especificação de qualidade.

Em um estudo de validação, o erro aleatório é geralmente estimado por um estudo de precisão (BERLITZ, 2010; WESTGARD, 2014). Esse estudo consiste em processar uma amostra biológica por várias vezes no mesmo sistema analítico, em uma única batelada (precisão “intra-ensaio”) ou em diferentes bateladas (precisão “inter-ensaio”).

Na validação, o erro sistemático é geralmente estimado por uma comparação de métodos (BERLITZ; HAUSSEN, 2005; WESTGARD, 2014). A comparação de métodos consiste em processar as mesmas amostras biológicas em dois sistemas e/ou métodos analíticos diferentes, um deles considerado “método de referência” ou “comparativo” (método já utilizado na rotina pelo laboratório, previamente validado), e o outro, “método teste”. Os resultados gerados pelos dois métodos/sistemas (referência/comparativo e teste) são processados estatisticamente mediante análise de regressão. O modelo matemático produzido na análise de regressão é utilizado para calcular o erro sistemático (BERLITZ, 2010; WESTGARD, 2014).

Associando os erros aleatórios e sistemáticos obtidos para o método em estudo, pode-se avaliar o erro total frente à especificação da qualidade a ser atendida. Uma forma prática de avaliar a aceitabilidade ou não do método em estudo para implantação na rotina é possibilitada mediante gráficos de análise/decisão de desempenho do método chamado, *Method Decision Chart* (BERLITZ, 2010; WESTGARD, 2014).

1.7.1. Conceito e Definições

Os conceitos e definições da ISO/IEC 17043:20103 e do Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM). Abaixo são listados os mais relevantes:

Comparação interlaboratorial: organização, desempenho e avaliação de medições ou ensaios nos mesmos ou em itens similares por dois ou mais laboratórios, de acordo com as condições predeterminadas.

Ensaio de proficiência: avaliação do desempenho do participante contra critérios pré-estabelecidos por meio de comparações interlaboratoriais.

Erro Aleatório (EA): componente do erro de medição que, em medições repetidas, varia de maneira imprevisível. O valor de referência para um erro aleatório é a média que resultaria de um número infinito de medições repetidas do mesmo mensurando.

Erro Sistemático (ES): componente do erro de medição que, em medições repetidas, permanece constante ou varia de maneira previsível. Um valor de referência para um erro sistemático é um valor verdadeiro, ou um valor medido de um padrão com incerteza de medição desprezível, ou um valor convencional.

Erro Total (ET): erro de medição (diferença entre o valor medido de uma grandeza e um valor designado) de uma única medida. É a soma de erro aleatório e erro sistemático, que pode ser representado pela fórmula matemática: $ET = ES + zEA$, onde z é um fator relativo ao nível de confiança desejado. Material: amostra, produto, artefato, material de referência, equipamento, padrão, conjunto de dados ou outra informação utilizada pelo ensaio de proficiência. Na ISO/IEC 17043, material é referido como item de ensaio de proficiência, mas para fins deste capítulo foi definido simplesmente como “material” para uma melhor leitura. Medida de dispersão: valor que demonstra a dispersão dos dados em torno da medida de tendência central (amplitude, desvio-padrão, coeficiente de variação etc).

Mensurando: grandeza que se pretende medir. Participante: laboratório, organização ou indivíduo que recebe os materiais e submete os resultados para análise crítica pelo provedor de ensaio de proficiência.

Programa: ensaio de proficiência projetado e operado para uma ou mais rodadas de uma área específica de ensaio, medição, calibração ou inspeção. Provedor: organização que se responsabiliza por todas as tarefas no desenvolvimento e na operação de um programa de ensaio de proficiência.

Rodada: uma sequência completa de distribuição de materiais, a avaliação e o relato de resultados para os participantes.

Valor designado: valor atribuído a uma propriedade específica de um material (medida de tendência central: média, mediana etc.).

Valor discrepante (outlier): observação em um conjunto de dados que parece ser incompatível com o restante deste conjunto de dados. Um valor discrepante pode ser originário de uma população diferente ou ser o resultado de um registro incorreto ou outro erro grosseiro.

1.8. Indicador de Desempenho

A mensuração de desempenho tem sido adotada há várias décadas para avaliação dos sistemas produtivos. Segundo Tezza, Bronia e Voy (2010), antes mesmo da revolução industrial e do surgimento do paradigma Fordista-Taylorista, medidas de desempenho contábeis já eram utilizadas pelos artesãos (TEZZA; BORNIA; VEY, 2010). Desde então, diversas abordagens e sistemas para medição de desempenho nos mais diversos níveis, foram desenvolvidos ao longo dos anos.

Taticchi, Tonelli e Cagnazzo (2010) afirmam ainda, que o interesse nestes sistemas cresceu notavelmente nos últimos 20 anos (TATICCHI; TONELLI; CAGNAZZO, 2010). Gopal e Thakkar (2012) destacam que o foco dos pesquisadores no domínio das medidas e métricas para avaliar o desempenho, melhorou notavelmente a partir de 2000, com novas abordagens e metodologias para mensuração desse indicador (GOPAL; THAKKAR, 2012). Dentre elas, podem-se destacar importantes contribuições, tais como, *framework*

baseado em níveis (GUNASEKARAN; PATEL; TIRTIROGLU, 2001); Seis Sigma (DASGUPTA, 2003), entre outras.

Os indicadores de desempenho são elaborados no sentido de auxiliar aos tomadores de decisão, e avaliar o desempenho de um processo. Jonsson e Lesshammar (1999) e King et al. (2014) vão além, dizendo que é necessário criar um sistema de análise de desempenho para toda a manufatura, e que construa vantagens competitivas (JONSSON; LESSHAMMAR, 1999; KING; PAN; ROBERTS, 2014). Braglia, Frosolini e Zammori (2009) reforçam que se deve iniciar mensurando o quanto o equipamento/sistema está sendo utilizado em relação ao seu potencial teórico (BRAGLIA; FROSOLINI; ZAMMORI, 2009).

A medição de desempenho é um assunto que vem sendo estudado e discutido por diversos autores (MAKELL, 1991; KAPLAN, NORTON, 1992; SINK; TUTTLE, 1993; NEELY *et al.*, 1994) e em diferentes seguimentos industriais ou de prestação de serviços. Esses autores destacam que a medição de desempenho é um elemento essencial para gerenciamento do desempenho da empresa, por fornecer informações que ajudam no planejamento e controle dos processos gerenciais e operacionais, possibilitando, ainda, o monitoramento e controle dos objetivos e metas estratégicas (COSTA, 2013).

Nelly *et al.* (1994) sugerem um conjunto de diretrizes para definição dos indicadores de desempenho, dentre as quais destacam-se os seguintes: (a) serem derivadas da estratégia, refletindo seus objetivos e metas; (b) serem simples e de fácil entendimento; (c) serem relevantes e claramente definidos; (d) serem capazes de fornecer informações confiáveis e de fácil coleta dos dados; (e) apresentarem fórmula e procedimento de coleta bem definidos e explícitos; (f) serem consistentes; e (g) usarem dados, quando possível, que sejam automaticamente coletados como parte do processo (COSTA, 2013).

Parmenter (2002) classifica hierarquicamente os indicadores de desempenho, como: Indicadores de Desempenho: são obtidos pela união de indicadores chaves de desempenho, como quando se pretende apresentar o desempenho de um departamento; Indicadores de Resultado: da mesma forma, os indicadores de resultado da empresa são junções dos indicadores de desempenho citados acima, com o objetivo de analisar o desempenho global da empresa (PARMENTER, 2002).

Alguns exemplos de indicadores de resultado segundo Parmenter (2002): satisfação do cliente, participação no mercado, satisfação de funcionários, lucro líquido, retorno de capital aplicado. Indicadores Chave de Desempenho: ocorrem em maior

número e podem ser obtidos nos locais onde os processos são executados (PARMEMTER, 2002).

De acordo com Gonçalves, Silva e Barbosa (2012) a característica essencial para uma organização é a capacidade de aplicar com sucesso seus indicadores para a medição de seu desempenho, possibilitando um maior conhecimento de seus processos, relacionados com os pontos críticos de sucesso, permitindo uma avaliação contínua da eficiência de seus processos e pessoas. Complementando, a gestão organizacional deve estar embasada na indicação apontada por suas medidas de desempenho (GONÇALVES; SILVA; BARBOSA, 2012) .

A gestão por processos (ou gestão interfuncional) e a gestão da rotina do trabalho do dia-a-dia integram horizontalmente as atividades e as funções da empresa em torno do processo de negócio, que agregam valor para a satisfação dos *stakeholders* ou partes interessadas (clientes, funcionários, acionistas, fornecedores e sociedade). Esses processos de gestão estão, respectivamente, relacionados aos macros e microprocessos da empresa (JURAN; GRYNA, 1993).

Demonstrando de forma macro, a abrangência de alguns indicadores de desempenho, no Quadro 1 estão descritos alguns destes indicadores que podem ser utilizados como estratégias que permeiem por toda a empresa, atendendo ao planejamento estratégico e ao objetivo principal da empresa.

Quadro 1 - Exemplos de indicadores de desempenho utilizados para medir e controlar os objetivos da empresa

<i>Stakeholders</i>	<i>Meios</i>	<i>Indicadores de Desempenho</i>
Cliente	Preço Qualidade Variedade de produtos Rapidez de entrega Confiabilidade no prazo de entrega	-Preço de venda em relação à média da concorrência e custo de produção. -Nível de satisfação dos clientes; número de reclamações e de questionamento dos resultados. -Tempo de atendimento total do cliente (cadastro a entrega do resultado). -Número de pedidos (resultados) entregues no prazo e atraso médio (pontualidade). -Participação de novos exames (produtos) no faturamento e números de lançamentos de novos exames (produtos) no ano
Funcionários	<i>Compliance</i> Segurança do trabalho Remuneração Desenvolvimento/treinamento Crescimento Pessoal e Profissional	- <i>Tunover</i> , número de sugestões aplicadas em relação às propostas e absenteísmo. -Pesquisa de clima -Número de acidentes e horas-homem perdidas por acidente de trabalho. -Remuneração média em relação ao mercado. -Hora gastas com treinamento e número de pessoas treinadas no mesmo período. -Número de benefícios e número de benefícios utilizados por funcionário.
Acionistas	Dividendos Valorização do valor do patrimônio	-Lucro -Valorização das ações da empresa -Crescimento ou permeabilidade baseado no mapa estratégico -Participação do mercado
Fornecedores	Parceria Volume de transações Preço de Compra	-N de pedido recebidos; números de itens fornecidos por um período de tempo e número de devoluções -Porcentagem de participação do fornecedor no total gasto e valor das transações num período -Preço médio do item em relação ao preço médio da concorrência -Tempo médio de pagamento (ciclo econômico) -Número de produtos desenvolvidos em parceria com o fornecedor -Número de contratos ativos -Número de novos fornecedores qualificados -Número da <i>performance</i> do fornecedor
Sociedade	Preservação do meio ambiente Recolhimento de impostos Responsabilidade social	-Número de ocorrências ambientais e valor das multas recebidas -Atraso no recolhimento de impostos -Volume de resíduos tratado -Monitoramento do consumo de recursos não duráveis -Número de melhorias no processo com impacto na redução de recursos não duráveis (água, energia, papel) -Monitoramento do lixo contaminante - Material Biológico, Pérfurocortante, Lixo eletrônico, Pilhas, Lâmpadas. -Número de ações sociais e parceria com instituição de promoção na qualidade de vida, educação e saúde na comunidade em que a empresa está ativa socialmente.

Fonte: Adaptado de MARTINS (2013)

1.9. Cuidados de Saúde Baseados em Valores

Em 2006, Michael Porter e Elizabeth Teisberg introduziram o conceito de valor em saúde no seu livro intitulado *Redefining Health Care: Creating Value-Based Competition on Results*, e mais recentemente surgiram os Cuidados de Saúde Baseados em Valor (*Value-Based Health Care-VBHC*), ou simplesmente Valor em Saúde, como parte de um movimento que vem se destacando dentro dos cuidados de saúde (PORTER; TEISBERG, 2006).

Em todo o mundo, todos os sistemas de saúde estão lutando com custos crescentes e qualidade desigual, e na Saúde Baseada em Valores, os cuidados concentram-se na maximização dos resultados alcançados por dólar gasto, na tentativa de assegurar que a forma de reembolso das organizações seja consistente com os objetivos de melhoria da qualidade (PORTER; LEE, 2013).

Do ponto de vista econômico, o valor de um bem ou serviço para um indivíduo é igual ao que essa pessoa estaria disposta a pagar pelo serviço ou a desistir em termos de tempo ou recursos para o receber (DRUMMOND, et al., 2015). Os cuidados de saúde baseados em valores propõem um ciclo contínuo de melhoria da qualidade dos cuidados, melhor controle dos custos, e a introdução de novos sistemas de financiamento e reembolso dos prestadores como substitutos para a taxa por serviço (KAPLAN; PORTER, 2011; PORTER; LEE, 2013).

Consumidores e pagadores tomaram consciência dos benefícios financeiros e de saúde a obter dos cuidados de saúde baseados em valores, enquanto os prestadores se esforçam por atingir novos níveis de produtividade e qualidade (TAI; BAE; LE, 2016).

Com o aumento dos custos dos cuidados de saúde e mais opções de tratamento disponíveis, a política de saúde tem sido impulsionada pela proposta de valor utilizando o quadro de custo-eficácia para determinar as intervenções de saúde que proporcionam os melhores resultados de saúde para os recursos investidos. E a avaliação econômica da saúde pode ser realizada a partir de uma ou mais perspectivas, tais como a perspectiva social, a perspectiva da saúde pública, a perspectiva do sistema de saúde, a perspectiva do pagador dos cuidados de saúde, a perspectiva institucional, e/ou a perspectiva do paciente (BYFORD; RAFTERY, 1998).

Normalmente, os estudos de avaliação econômica da saúde são realizados a partir das perspectivas dos pagadores ou organizações de cuidados de saúde para avaliar o valor

das intervenções, porque eles são os pagadores diretos dos serviços de saúde (BYFORD; RAFTERY, 1998; DRUMMOND, MICHAEL; WEATHERLY; FERGUSON, 2008).

Considerando a importância crescente da utilização da perspectiva do paciente na avaliação econômica da saúde, tem sido defendido que os resultados de custos, tão importantes como os resultados clínicos e humanísticos, devem também ser medidos em torno dos pacientes que participaram ativamente na tomada das suas decisões de tratamento (BALDWIN *et al.*, 2011; PORTER, 2010).

VBHC é uma alternativa inovadora aos programas de pagamento por serviços (PORTER; LEE, 2013), no entanto, um obstáculo à sua implementação é a dificuldade em determinar valores diferentes para cada perfil de pacientes ou necessidades de cuidados de saúde. Quando um determinado procedimento é avaliado por um valor financeiro, mas o tempo, recursos humanos e materiais necessários para prestar o serviço variam significativamente de paciente para paciente, o prestador de serviços que participa em cuidados complexos e de alto risco pode ser penalizado financeiramente (BOACHIE, 2014).

Como resultado, Lee *et al.* (2010) sugeriram que as organizações de saúde desenvolvessem formas de recolher dados que lhe permitissem avaliar a qualidade do serviço fornecido aos pacientes e os custos reais dos cuidados de saúde (THOMAS; LEE, 2010). Estes dados são essenciais para avaliar as mudanças no valor que está a ser fornecido e reconsiderar os avanços na capacidade tecnológica de vigilância e controle destes gastos (TSAI; PORTER; ADAMS, 2018).

A implementação bem sucedida da VBHC requer uma avaliação dos custos reais dos cuidados de saúde, utilizando métodos que permitam avaliar a forma como cada paciente consome recursos no sistema de cuidados de saúde (DUTTA *et al.*, 2018). No que tange aos exames laboratoriais, os valores pagos individualmente por exame não refletem os custos e VBHC que podem ser aplicados, neste contexto, a eficiência produtiva pode permitir uma valoração mais adequada de custo e otimização de recursos financeiros, como propõe o presente trabalho.

2. JUSTIFICATIVA

Novas formas de gestão sustentáveis nos sistemas de saúde ao redor do mundo são temas recorrentemente de estudos. Quando analisamos a realidade deste cenário, é possível constatar um processo acelerado de perda de controle/gestão, o que representa um abismo no quesito sustentabilidade econômica, onde este ecossistema de saúde é sustentado por recursos financeiros escassos.

Uma das maneiras para se tentar modificar tal situação é a aplicação prática de ferramentas de gestão de recursos no ambiente laboratorial através da aplicação de conceitos como Eficiência Produtiva (EP) e da teoria de VHBC.

Na ânsia de chegarem a uma solução mais aplicável, as empresas do segmento da saúde, iniciam um processo de validação das etapas da jornada do paciente, dentro desta jornada o diagnóstico através de medições de exames laboratoriais. Neste ponto, vale destacar a pouca ou nenhuma medição da EP (número de testes reportados pelo fabricante/número de testes processados) dos sistemas analíticos empregados rotineiramente, o que impacta diretamente na efetividade econômica, bem como no acesso aos serviços pela população.

A falta de gestão de perda de reagentes e medições, podem inviabilizar o laboratório de análises clínicas, na visão econômico-financeira, tornando o parque de produção de exames laboratoriais insustentável pelos recursos disponíveis, razão pela qual os sistemas analíticos devem ter sua eficiência produtiva calculada e monitorada, conforme proposto neste estudo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar os custos de produção analítica do laboratório clínico através da Eficiência Produtiva

3.2. Objetivos específicos

Analisar as eficiências produtivas por parâmetro bioquímico dosado.

Projetar o impacto econômico-financeiro na sustentabilidade do laboratório.

4. METODOLOGIA

4.1. Campo de Estudo

O Sabin Medicina Diagnóstica foi escolhido para o estudo de campo por seu potencial de automação e pelo acesso ao processo produtivo pela doutoranda, profissional Farmacêutica coordenadora do setor custos de produção e *princing*. Atualmente, a empresa compõe a rede privada de um Centro de Medicina Diagnóstica, que abrange as áreas de Análises Clínicas, Diagnóstico por Imagem, Centro de Imunização/Vacinação, *Check-up* Executivo, Atenção primária à saúde (Amapro) e Plataforma Integrada de Acesso à Saúde (RITA). Possui 350 unidades de negócios, e 24 Núcleos Técnicos Operacionais (NTO) ou áreas de produção de exames, com 7000 colaboradores (SABIN, 2023).

A empresa expandiu-se a partir de Brasília para os seguintes estados brasileiros: Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Paraná, Piauí, São Paulo, Santa Catarina, Roraima e Tocantins, o que soma 15 estados no país. O total de atendimento anual da empresa é de 4,8 milhões de pacientes, e o laboratório realiza 30 milhões de exames nas especialidades de Imuno-Hematologia, Hematologia Clássica, Hormônios, Imunologia, Autoimunidade, Citogenética, Biologia Molecular, Anatomopatologia, Bioquímica Básica, Parasitologia, Urinálise, Genômica, Microbiologia, Micologia, Agentes Infecciosos, Coagulação, Toxicologia, Medicina Diagnóstica por Imagem, plataforma integradade de saúde, atenção primária, check-up e serviços de imunização (SABIN, 2023).

Por toda essa diversidade de serviços oferecidos, o laboratório é referência no Brasil com certificações de qualidade ISO 9001/2008, ISO 31000/2009, ISO 14001/2004, Programa de Acreditação de Laboratório Clínico (PALC), certificação pelo Colégio Americano de Patologia (CAP) e Programa de Acreditação em Diagnóstico por Imagem (PADI). Hoje considerado um megalaboratório, estando entre os 10 principais laboratórios de Análises Clínicas do Brasil e em atividade há 39 anos (SABIN, 2023).

4.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de seleção, na escolha dos parâmetros e sistema analítico, foram baseados no menu de exames empregados na assistência a medicina preventiva e tratamento, considerando que todo o indivíduo tem probabilidade de dosagem de exames

de marcadores bioquímicos. Foram excluídos os demais parâmetros que são dosados no mesmo equipamento.

4.3 Diferenciação dos Equipamentos

4.3.1. Linha de Produção

A similaridade entre o processo produtivo em um megalaboratório e a produção de uma indústria, suscita o uso de linhas automatizadas de trabalho com as dimensões maiores que as que eram usuais em um passado recente. Por essa razão, para acompanhar o crescimento do Núcleo Técnico Operacional (NTO), o laboratório alvo deste estudo, implementou uma grande linha automatizada disponível comercialmente, para quantificação de parâmetros bioquímicos, chamada Aptio® (Siemens® Healthineers, Berlin, Alemanha).

A implantação de uma linha produtiva industrial como o Aptio® (Siemens® Healthineers, Berlin, Alemanha), é desafiadora, pois há a necessidade de construção de novo conceito de automação em larga escala no ambiente laboratorial, além de criar a necessidade de redesenhar uma produção mais enxuta, mapear e mitigar todos os pontos de ruptura ou desconexão entre as etapas que envolvem um processo de produção de exames clínicos, integrando o maior número de equipamentos em uma única linha de automação (SIEMENS, 2022).

No Aptio® foi preciso caracterizar todas as fases que envolvem o processo de produção de exames clínicos, como entrada e saída de tubos, racks e amostras, um sistema de inspeção de tubos, uma unidade de centrifugação, um destampador automático de tubos, um detector de volume de amostra no tubo, um homogeneizador de amostras, um sistema inteligente de armazenamento temporário de amostras, uma ligação entre vários equipamentos iguais e que estejam trabalhando simultaneamente, um *software* de distribuição de amostras por equipamento, e um sistema de interfaceamento com o sistema de laudos do laboratório (SIEMENS, 2022).

A implementação dessa linha de produção, gerou a necessidade de construção de um fluxo de produção dentro de um *Workflow*, quadruplicou a capacidade de produção de exames clínicos no Núcleo Técnico Operacional (NTO) do laboratório, e alinhado ao planejamento estratégico da empresa, possibilitou a adoção de processos sustentáveis a nível ambiental e de crescimento sustentado, sendo econômico-financeiro rentável.

Para a construção desse *Workflow* na linha de automação laboratorial, foi necessário inicialmente a definição de alguns conceitos, o primeiro a ser definido foi o processo, um conjunto de atividades que visam o mesmo objetivo e possuem pontos de ligação dentro de um *Workflow*. Segundo a *Workflow Management Coalition*, a definição de *Workflow* é: a automação de um processo de negócios, por inteiro ou em parte, durante o qual documentos, informações e tarefas são passados de um participante para outro por ação, respeitando um conjunto de regras procedurais (WFMC, 2018).

Outro conceito empregado para *Workflow* é o do projeto WIDE que diz que *Workflow* é um conjunto coordenado de atividades (sequenciais ou paralelas) que são interligadas com o objetivo de alcançar uma meta comum; sendo atividade conceituada como uma descrição de um fragmento de trabalho que contribui para o cumprimento de um processo. Assim, pode-se assumir que *workflow* é a divisão de um grande trabalho em várias tarefas menores, com pré-requisitos entre elas, que devem ser respeitados para o avanço da atividade (CHAN *et al.*, 1998).

Com base nestes conceitos, o laboratório optou por realizar um projeto que agregasse valor a todas as atividades dos processos envolvidos na produção de exames clínicos, motivando toda cadeia de produção em melhoria contínua e mitigação dos riscos que envolvem a segurança do paciente. Com uma cadeia produtiva automatizada, garantindo a entrega de resultados mais precisos e fidedignos, evidenciando a garantia da segurança do paciente, e atendendo as legislações brasileiras. Potencializando a competitividade, entregando para o cliente médico e paciente, resultados em menor tempo, pois o mercado tem exigido que as empresas disponibilizem seus produtos com qualidade, segurança, com o menor prazo possível e menor custo.

Diante deste processo produtivo industrial, a implantação de linha de automação laboratorial foi determinante para a realização deste estudo e para aplicação do indicador Eficiência Produtiva (EP) nesta atividade laboral tão nobre e diferenciada, que é um megalaboratório de análises clínicas.

4.3.2. Sistema analítico em linha de automação laboratorial estudada NTO A

A linha de automação para Imunologia e Bioquímica, ou Imunoquímica, integra os seguintes equipamentos analisadores: ADVIA Centaur XP (13 equipamentos), ADVIA 2400 (4 equipamentos), e Immulites (6 equipamentos), todos fabricados pela empresa Siemens® (Siemens® Healthineers, Berlin, Alemanha). Esta linha automatizada

juntamente com um equipamento de distribuição de amostras também automatizado, é conhecida como Aptio® (EAP2A), de fabricação da Siemens® (Siemens® Healthineers, Berlin, Alemanha), instalada no núcleo técnico operacional localizado em Brasília Distrito Federal (Figura 1).

De forma mais detalhada, o Aptio® (Siemens® Healthineers, Berlin, Alemanha), contempla então um sistema pré-analítico completo, responsável pela entrada e saída de tubos, racks e amostras, um sistema de inspeção de tubos, uma unidade de centrifugação, um destampador automático de tubos, um detector de volume de amostra no tubo, um homogeneizador de amostras, um sistema inteligente de armazenamento temporário de amostras, um *software* de distribuição de amostras para cada um dos equipamentos descritos acima e que compõem a linha de produção automatizada de exames, e por fim, está integrado ao sistema de interfaceamento (LIS) com o software Shift de laudos do laboratório.

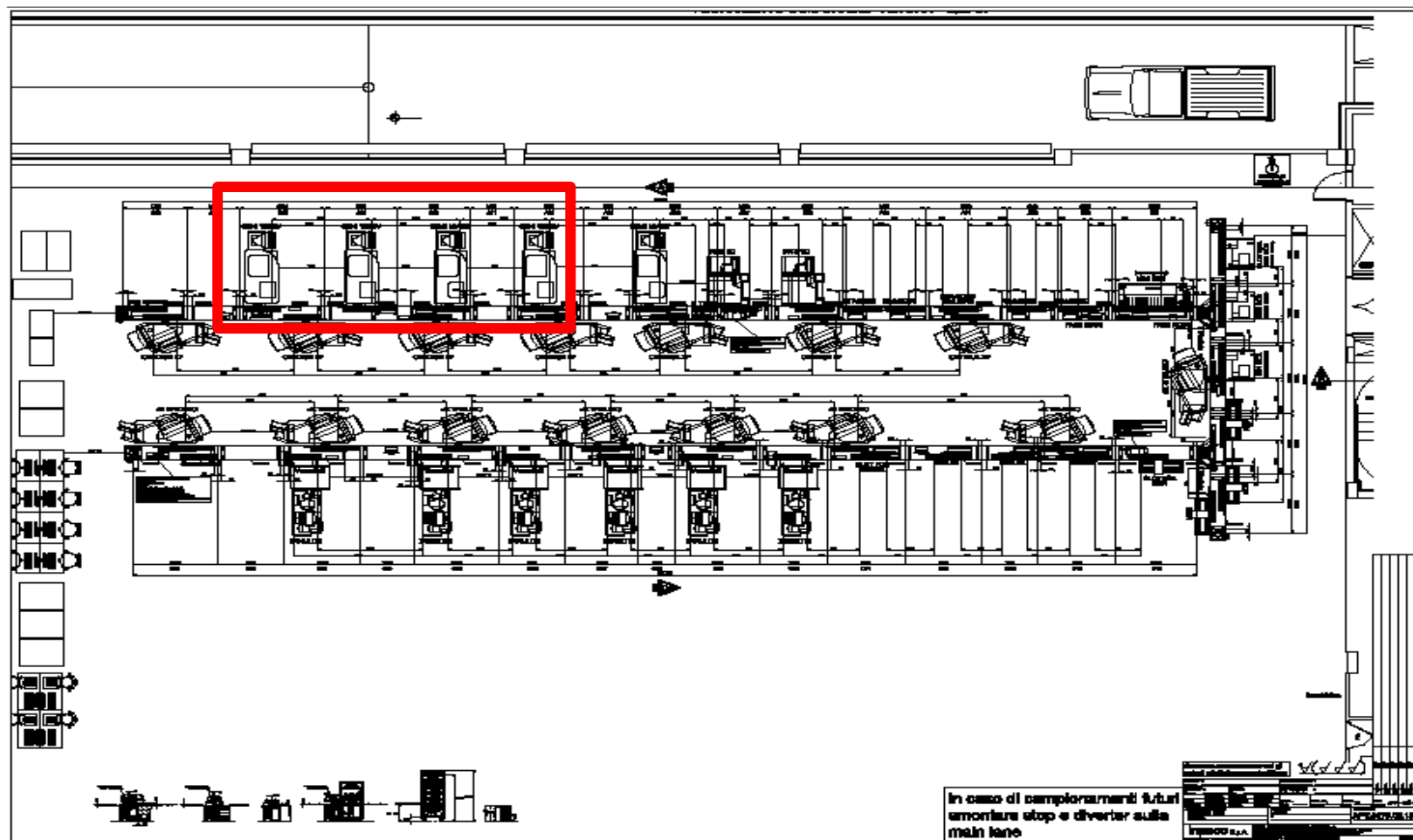
Após doze meses de operação do NTO, foi realizado este estudo, durante o período de Janeiro a Dezembro 2022 para avaliação da performance da automação Aptio® (EAP2A) para os equipamentos ADVIA 2400 (Siemens® Healthineers, Berlin, Alemanha). Os analisadores ADVIA 2400 (Siemens® Healthineers, Berlin, Alemanha), realizam o seguinte perfil de exames bioquímicos: ácido úrico, albumina, amilase, bilirrubinas direta e total, cálcio, colesterol total, creatinina, desidrogenase láctica, fosfatase alcalina, gama glutamil transferase, colesterol HDL, colesterol LDL, lipase, proteínas totais, Transaminase glutâmico-oxalacética (TGO), transaminase pirúvica (TGP), triglicerídeos e ureia (Tabela 1).

Tabela 1 – Menu de Parâmetros do Núcleo Técnico Operacional (NTO) e Hospitalar (NTH)

PARÂMETROS	MATERIAL BIOLÓGICO
ÁCIDO ÚRICO	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS
ALBUMINA	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS
AMILASE	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS
BILIRRUBINA DIRETA	SANGUE
BILIRRUBINA TOTAL	SANGUE
CALCIO	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS, URINA
COLESTEROL TOTAL	SANGUE
CREATININA	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS, URINA
DESIDROGENASE LÁTICA	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS, URINA
FOSFATASE ALCALINA	SANGUE
GAMA GLUTAMIL TRANSFERASE	SANGUE
GLICOSE	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS, URINA
COLESTEROL HDL	SANGUE
COLESTEROL LDL	SANGUE
LIPASE	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS
PROTEÍNAS TOTAIS	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS
TGO	SANGUE
TGP	SANGUE
TRIGLICERÍDEOS	SANGUE
URÉIA	SANGUE, LÍQUIDOS BIOLÓGICOS, URINA

A dimensão e configuração do NTO A do Sabin Medicina Diagnóstica é muito similar à uma linha industrial, conforme mostra a Figura 1, descrita no texto acima e ilustrada a seguir.

Figura 1- Planta baixa da integração dos equipamentos da linha de automação Aptio®



A seleção em vermelho superior representa o equipamento ADVIA 2400, e delimita a área da linha de automação Aptio® completa
Fonte: Laboratório Sabin, NTO 2022

4.3.3. Sistema analítico em linha de automação laboratorial estudada outros NTO e NTH

Os Núcleos Técnicos Operacionais (NTO), são utilizados em processamento de análise de amostras biológicas de pacientes eletivos de atenção primária, ou seja, sendo a coleta em postos de atendimento do laboratório privado estudos, e com envio das amostras para um núcleo de processamento centralizado, neste caso os NTOs aqui designados B, C, D e E.

Nos Núcleos Técnicos Operacionais Hospitalares (NTH), divididos em F, G e H, o processamento e análise das amostras biológicas, são coletadas em centro de atendimentos dentro do hospital (Pronto atendimento, UTI, Leitos) pela equipe de coleta do laboratório privado, e encaminhado para processamento em núcleos de análises dentro do hospital, podendo assim, estas amostras terem fluxo de produção baseado na complexidade do tipo de amostras e classificação do paciente, ou seja, os fatores para o tempo de processamento das amostras são considerado os seguintes critérios: tipo de amostra biologia (líquor, sangue total, soro, fezes, urina e secreções), classificação do paciente baixo, médio e alto risco (realizada pelo hospital), estabilidade das amostras biológicas e tempos de processamento, estes fatores, impactam no tempo total de liberação dos resultados, este paciente podem ser de assistência primária, secundária ou terciária, de baixa complexidade na cadeia assistência ou alta complexidade. O Laboratório em grande participação nesta etapa assistencial da jornada do paciente no hospital, impactando na experiência e cuidado centrado, através, do tempo de liberação dos resultados, qualidade analítica, disponibilidade e capacidade de produção.

4.4. Modelos de Automação empregados

O laboratório estudado emprega dois tipos de automação laboratorial, a depender do Núcleo Técnico Operacional (NTO) em que é utilizado. Neste contexto há duas possibilidades, empregar Sistema analítico *Stand-Alone Automation* (SAA) ou Sistema analítico *Modular Automation* (MA).

4.4.1. Sistema Analítico *Stand-Alone Automation* (SAA)

O *Stand-Alone Automation* (SAA) é conceituado como um processo automatizado isolado, ou seja, um equipamento analítico automatizado que opera por uma demanda específica, como por exemplo, um equipamento automatizado para separação de amostras, alíquotagem, armazenagem, distribuição por setor, etc. (CAMPANA; OPLUSTIL, 2011).

Esse modelo de operação permite que laboratórios de menor porte e que não possuem grande disponibilidade financeira para investimentos em automação laboratorial, possam introduzir processos automatizados e gerar benefícios em suas linhas de produção (ORSULAK, 2000).

Neste estudo esse modelo foi empregado nos NTOs B, C, D, e F, e nos NTHs F, G e H.

4.4.2. Sistema Analítico *Modular Automation* (MA)

O conceito de modularidade em automação derivou-se do SAA, e é definido como sendo a capacidade de integrar diferentes fases da automação em tempos diferentes (CAMPANA; OPLUSTIL, 2011), em outras palavras, é a soma de módulos de equipamentos de automação. Essa abordagem apresenta mais flexibilidade tanto na escolha e na definição das plataformas, quanto nas fases a serem implementadas, levando em consideração o tempo, o aprendizado e a utilização de novos conceitos, o que possibilita prever novas decisões ou mudanças de modelos de automação (ORSULAK, 2000).

As plataformas modulares permitem a integração dos processos pré-analíticos aos analíticos e apresentam uma importante vantagem, a disponibilidade de uma grande quantidade de ensaios disponíveis em comparação com *Total Laboratory Automation* (TLA) (ORSULAK, 2000). Além disso, a MA permite a consolidação de metodologias distintas em uma única plataforma, o que reduz o número de equipamentos a serem implementados e traz benefícios de: velocidade, quantidade de amostras coletadas e atividades manuais que não agregam valor ao produto, como por exemplo, o transporte das amostras entre plataformas (SEABERG; STALLONE; STATLAND, 2000).

Neste estudo essa automação MA é representada pelo NTO A.

4.5. Cálculo da Eficiência Produtiva (EP)

Para calcular a Eficiência Produtiva (EP) empregamos a seguinte fórmula, número de parâmetros reportados dividido pelo número de testes processados. E o número de parâmetros reportados foi calculado levando em consideração, a quantidades de *Kits* processados multiplicado pelo número de testes descrito pelo fabricante na apresentação do *kit*.

$$EP = \frac{\text{nº parâmetros reportados (PR)}}{\text{nº testes processados (TR)}} \quad \text{onde EP é igual a:}$$

$$EP = \frac{\text{quantidades de Kits processados} \times \text{nº de testes descrito na apresentação do kit}}{\text{nº testes processados (TR)}} \times 100$$

4.6. Análise Estatística

Os dados coletados foram introduzidos em planilhas de *Microsoft Office Excel* (Microsoft) e foram calculados os quantitativos e percentuais dos exames.

5. RESULTADOS

5.1. Avaliação total da Eficiência Produtiva (EP)

Com base nos dados coletados e empregados nos cálculos da Eficiência Produtiva (EP) que utilizou a seguinte fórmula: número de parâmetros reportados dividido pelo número de testes processados, foi possível calcular a EP dos parâmetros bioquímicos mais usualmente dosados nas rotinas laboratoriais.

A escolha dos parâmetros bioquímicos (Tabela 1) acima descritos, tomou como base a frequência de realização dos parâmetros, que são solicitados tanto para pacientes ambulatoriais ou em *check up* de rotina para avaliação de condições fisiológicas consideradas normais ou saudáveis, quanto para pacientes hospitalares para avaliação das funções fisiológicas vitais durante uma internação hospitalar.

As medições de eficiência produtiva global, usou como base os parâmetros produzidos no laboratório no ano de 2022 em 5 Núcleos Técnicos Operacionais (NTO) localizados em diversas cidades do país, aqui identificadas alfabeticamente por motivo de *Compliance* como A, B, C, D e E, e 3 Núcleos Técnicos Hospitalares (NTH) localizados em três hospitais distintos identificados como F, G e H. O número de parâmetros reportados acumulou um total de 16.102.526, e foram processados 16.836.647 testes, atingindo uma eficiência produtiva global de 95,64% (Tabela 2).

A linha de produção inclui 4 equipamentos modelo Advia 2400, instalado no maior NTO do laboratório A, e 11 equipamentos modelo Advia 1800 instalados nos demais NTOs e NTHs do laboratório. O NTO A é considerado o maior parque de produção do laboratório, e também é o único que apresenta *Modular Automation* (MA), neste parque o número de parâmetro reportados foi de 13.113.430, com consumo 13.034.174 de testes, resultando em uma eficiência produtiva de 100,61%. Neste NTO, os tubos com amostras biológicas são colocados no *bulk input module*, um módulo onde os tubos de amostras são colocados automaticamente em racks na esteira Aptio® (Siemens), estas racks são montadas e direcionadas de forma totalmente automatizada para os 4 equipamentos Advia 2400.

Com base nos exames/parâmetros designados no código de barras de cada tubo de amostras, o sistema envia ordens de produção dos parâmetros, que é gerenciada pelo *software* do sistema laboratorial integrado de automação *Shift* (Ribeirão Preto, Brasil). O *software* envia ordem de produção aos 4 equipamentos Advia 2400 acoplados a linha de produção, tendo o mesmo padrão de parâmetros configurados (equipamentos

espelhados), onde são realizados todos os parâmetros selecionados no estudo. O *software* também gerencia os resultados e caso o tubo seja ofertado novamente aos equipamentos, e haja resultado, o *software* não gera uma nova ordem de produção, rejeitando o tubo de amostra.

Nos NTOs de B e C, que apresentam ambos dois equipamentos Advia 1800 em produção *stand-alone*, ou seja, equipamentos não acoplados em esteira ou linha de produção seriada, as racks de produção com os tubos com amostra biológica são montadas pelo operador e direcionadas manualmente aos dois equipamentos Advia 1800, que se mantêm espelhados em parâmetros e são integrados e gerenciados pelo mesmo *software Shift*. Nestes dois parques de produção, a diferença reside apenas no volume de parâmetros processados, B apresentou 1.139.877 número de parâmetros, e consumiu 1.283.687 de testes, produzindo uma EP de 88,80%, enquanto em C, foi reportada uma produção de 480.640 número de parâmetros, consumindo de 588.452 de testes, resultado em uma EP de 81,68%. Nestes dois NTOs fica evidente que a EP em uma linha de produção menor favorece a redução da EP, e que a medida em que o número de parâmetros reduz, o consumo de testes aumenta.

Já os NTOs de D e E, que apresentam ambos um equipamento Advia 1800 em produção *stand-alone*, apresentaram respectivamente 338.735 como número de parâmetros e consumiram 426.116 de testes, resultado em uma EP de 79,49%, e 333.489 como número de parâmetros, com consumo de 522.072 de testes, resultado em uma eficiência produtiva de 63,88%. Novamente reiterando que volumes menores de parâmetros/exames realizados no parque de produção, reduzem a eficiência produtiva.

Quando os NTHs do F e G são avaliados, ambos apresentando dois equipamentos Advia 1800 em produção *stand-alone*, observamos respectivamente um número de parâmetros 308.779, com consumo de 322.744 de testes, resultado em uma eficiência produtiva de 95,67% no F e 206.358 como número de parâmetros e 307.064 testes processados, resultado em uma EP de 67,20%. Aqui, fica evidente que a EP é alterada por fatores adicionais, pois os números de parâmetros e testes são semelhantes nos dois parques de produção de exames, e a EP é muito díspare uma da outra com uma diferença de aproximadamente 28% entre as EPs calculadas.

O último NTH fica no Hospital H, que reportou uma produção de 181.218 parâmetro e consumiu 352.338 testes, o que resultou em uma EP de 51,43%. Como este NTH opera com um equipamento Advia 1800 em produção *stand-alone*, é esperado uma EP menor. Se compararmos ao desempenho de NTO com um só equipamento e todas as

características semelhantes, o ambiente hospitalar parece de fato impor uma menor EP, que o parque de produção laboratorial fora do hospital (Tabela 2).

Tabela 2 - Eficiência Produtiva (EP) global relatada por Núcleo Técnico Operacional (NTO) e Hospitalar (NTH) do laboratório estudado em 2022 por linha de produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Nº Linhas de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	4	NTO A	13.113.430	13.034.174	100,61%
ADVIA 1800	2	NTO B	1.139.877	1.283.687	88,80%
ADVIA 1800	2	NTO C	480.640	588.452	81,68%
ADVIA 1800	1	NTO D	338.735	426.116	79,49%
ADVIA 1800	1	NTO E	333.489	522.072	63,88%
ADVIA 1800	2	NTH F	308.779	322.744	95,67%
ADVIA 1800	2	NTH G	206.358	307.064	67,20%
ADVIA 1800	1	NTH H	181.218	352.338	51,43%
TOTAL	15		16.102.526	16.836.647	95,64%

NTO – Núcleo Técnico Operacional, NTH – Núcleo Técnico Hospitalar

Nota: Volume acumulado ano 2022 pelo Laboratório

5.2. Avaliação da Eficiência Produtiva (EP) por parâmetro bioquímico avaliado

5.2.1. Eficiência Produtiva do Ácido Úrico

As medições de EP do parâmetro Ácido Úrico apresentaram maior aproveitamento novamente no parque de produção A, o único que apresenta *Modular Automation* (MA), com EP de 131,74%. Os NTOs de B e C, que apresentam dois equipamentos Advia 1800, com EPs de 115,68% e 70,39% respectivamente, entretanto o primeiro parque apresenta praticamente o triplo de parâmetros reportados e o dobro de testes processados quando comparado ao segundo (Tabela 3).

Os NTOs de D e E, ambos com um equipamento Advia 1800 apresentaram respectivamente EP de 61,35% e 90,99%, e mesmo na presença de parâmetros reportados e processados muito semelhantes, para o ácido úrico apresentam EP muito distantes uma da outra, mesmo em parque de produção semelhante.

Já os NTHs F e G que apresentam dois equipamentos Advia 1800 apresentam EPs, respectivamente 57,96% e 49,07%, contabilizam o dobro de testes processados em relação ao número de parâmetro em ambos. E o NTH do hospital H apresenta a menor

EP 21,93%, e o que chama atenção é o volume de testes processados, praticamente 4,5 vezes o número de parâmetros reportados (Tabela 3).

Tabela 3 – Avaliação da EP de Ácido Úrico por Local de Produção

Linha de Produção	Local	Nº Parâmetros reportados	Nº Testes processados	EP%
ADVIA 2400	NTO A	616.645	469.050	131,47%
ADVIA 1800	NTO B	45.983	39.750	115,68%
ADVIA 1800	NTO C	16.555	23.520	70,39%
ADVIA 1800	NTO D	12.025	19.600	61,35%
ADVIA 1800	NTO E	13.376	14.700	90,99%
ADVIA 1800	NTH F	2.840	4.900	57,96%
ADVIA 1800	NTH G	4.863	9.910	49,07%
ADVIA 1800	NTH H	2.881	13.140	21,93%
TOTAL		715.168	594.570	120,28%

5.2.2. Eficiência Produtiva da Albumina

As avaliações de EP do parâmetro Albumina apresentaram maior aproveitamento novamente no parque de produção A, com EP de 127,60%. Os NTOs de B e C, apresentam EPs de 61,20% e 27,02% respectivamente, entretanto o primeiro parque apresenta quatro vezes o número de parâmetros reportados quando comparado ao segundo. O NTO de C apresentou quatro vezes o número de testes processados, em relação ao número de parâmetros reportados, destacando claramente essa redução drástica na EP (Tabela 4).

Nos NTOs de D e E, que apresentaram respectivamente EP de 23,14% e 58,65%, a redução das EP pode ser notada comparando número de testes processados com o número de parâmetros reportados, para a albumina nestes NTOs, D consumiu quatro vezes mais testes e E duas vezes mais.

Os NTHs F e G apresentaram respectivamente 50,11% e 104,21%, F comportou-se como E, consumindo o dobro de testes quando comparado a quantidade de testes reportados, enquanto o G apresentou um excelente desempenho de EP. O NTH do hospital H apresenta a menor EP novamente 17,55%, destacando-se o volume de testes processados, praticamente seis vezes o número de parâmetros reportados (Tabela 4).

Tabela 4 – Avaliação da EP do parâmetro Albumina por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	246.442	193.140	127,60%
ADVIA 1800	NTO B	20.381	33.300	61,20%
ADVIA 1800	NTO C	5.399	19.980	27,02%
ADVIA 1800	NTO D	2.055	8.880	23,14%
ADVIA 1800	NTO E	2.604	4.440	58,65%
ADVIA 1800	NTH F	2.225	4.440	50,11%
ADVIA 1800	NTH G	4.627	4.440	104,21%
ADVIA 1800	NTH H	2.337	13.320	17,55%
TOTAL		286.070	281.940	101,46%

5.2.3. Eficiência Produtiva da Amilase

As EP do parâmetro Amilase apresentaram maior aproveitamento novamente no parque de produção Brasília, com EP de 101,93%. Os NTOs de B e C, apresentam EPs de 66,52% e 23,32% respectivamente. O parque de B apresentou redução de EP pelo aumento no número de testes gastos, nada comparado ao segundo parque de produção do NTO C que apresenta um consumo de testes quatro vezes maior quando comparado ao número de parâmetros reportados, o que provocou uma grande redução na sua EP (Tabela 5).

Nos NTOs de D e E, que apresentaram respectivamente EP de 19,26% e 26,48%, a redução das EP pode ser notada comparando número de testes processados com o número de parâmetros reportados, para a amilase nestes NTOs, D consumiu cinco vezes mais testes e E três vezes mais.

Os NTHs F e G apresentaram respectivamente 57,73% e 64,59%, F consumiu quase o dobro de testes quando comparado a quantidade de testes reportados, enquanto o G apresentou desempenho de EP um pouco melhor. O NTH do hospital H apresenta a menor EP novamente 29,60%, destacando-se novamente o volume de testes processados, praticamente três vezes o número de parâmetros reportados (Tabela 5).

Tabela 5 – Avaliação da EP do parâmetro Amilase por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	151.974	149.100	101,93%
ADVIA 1800	NTO B	11.572	17.395	66,52%
ADVIA 1800	NTO C	4.636	19.880	23,32%
ADVIA 1800	NTO D	1.914	9.940	19,26%
ADVIA 1800	NTO E	2.632	9.940	26,48%
ADVIA 1800	NTH F	8.608	14.910	57,73%
ADVIA 1800	NTH G	3.210	4.970	64,59%
ADVIA 1800	NTH H	2.942	9.940	29,60%
TOTAL		187.488	236.075	79,42%

5.2.4. Eficiência Produtiva da Bilirrubina Direta (BD)

Avaliando as EP descritas na tabela 6, Bilirrubina Direta é o primeiro parâmetro que o NTO A apresentou EP inferior a 100%. Também vale destacar que as EP de quatro NTOs B, C, D e E apresentaram EP bem semelhantes, respectivamente 78,01%, 74,89%, 68,05% e 79,94%.

Os NTHs F e G também apresentaram EP semelhantes, respectivamente 79,76% e 62,06%, mas o NTH H apresentou redução de EP provavelmente porque o volume de testes processados foi o dobro do número de parâmetros reportados (Tabela 6).

Tabela 6 – Avaliação da EP do parâmetro Bilirrubina Direta por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	354.161	362.880	97,60%
ADVIA 1800	NTO B	31.452	40.320	78,01%
ADVIA 1800	NTO C	16.357	21.840	74,89%
ADVIA 1800	NTO D	5.308	7.800	68,05%
ADVIA 1800	NTO E	4.988	6.240	79,94%
ADVIA 1800	NTH F	25.726	32.256	79,76%
ADVIA 1800	NTH G	11.677	18.816	62,06%
ADVIA 1800	NTH H	8.804	18.816	46,79%
TOTAL		458.473	508.968	90,08%

5.2.5. Eficiência Produtiva da Bilirrubina Total (BT)

Para a Bilirrubina Total um resultado inesperado ocorreu, o NTO de C apresentou uma EP de 122,80%, a maior avaliada, alcançada em dois equipamentos *Stand-alone* espelhados, que foi superior inclusive ao NTO A (102,93%) que possui *Modular Automation* (MA), seguida pela EP de E 116,76%, a segunda do grupo, eficiência alcançada em um equipamento Advia 1800 único. Isso revela que há possibilidade de EP elevada em equipamentos *stand-alone*, e interessante isso ter ocorrido com BT, um parâmetro enzimático que geralmente possui uma estabilidade menor *on board* (aberto e disponível para uso no equipamento) (Tabela 7).

Por outro lado, o NTO de D e o NTH H, apresentaram baixas eficiências produtivas, respectivamente 39,03% e 54,59% (Tabela 7), refletidas em consumo de testes superiores ao número de parâmetros reportados.

Tabela 7 – Avaliação da EP do parâmetro Bilirrubina Total (BT) por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	354.161	344.064	102,93%
ADVIA 1800	NTO B	31.452	37.632	83,58%
ADVIA 1800	NTO C	16.357	13.320	122,80%
ADVIA 1800	NTO D	5.308	13.600	39,03%
ADVIA 1800	NTO E	4.988	4.272	116,76%
ADVIA 1800	NTH F	25.726	34.944	73,62%
ADVIA 1800	NTH G	11.677	16.128	72,40%
ADVIA 1800	NTH H	8.804	16.128	54,59%
TOTAL		458.473	480.088	95,50%

5.2.6. Eficiência Produtiva do Cálcio

As avaliações de EP do parâmetro Cálcio apresentaram maior aproveitamento novamente no parque de produção A, com EP de 136,16%. Os NTOs de B e C, apresentam EPs de 48,35% e 35,59% respectivamente, entretanto o primeiro parque apresenta duas vezes o número de parâmetros reportados quando comparado ao segundo, que apresenta quase três vezes esse número de parâmetros. (Tabela 8).

Nos NTOs de D e E, que apresentaram respectivamente EP de 30,07% e 53,86%, a redução das EP pode ser notada comparando número de testes processados com o número de parâmetros reportados, para o cálcio nestes NTOs, D consumiu três vezes mais testes e E quase duas vezes mais.

Os NTHs F e G apresentaram respectivamente 39,72% e 26,64%, F comportaram-se de maneira semelhante, consumindo aproximadamente o triplo de testes quando comparado a quantidade de parâmetros reportados. O NTH do hospital H apresenta a menor EP novamente 50,60%, destacando-se o volume de testes processados, praticamente duas vezes o número de parâmetros reportados (Tabela 8).

Tabela 8 – Avaliação da EP do parâmetro Cálcio por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	413.589	303.750	136,16%
ADVIA 1800	NTO B	35.088	72.576	48,35%
ADVIA 1800	NTO C	11.479	32.256	35,59%
ADVIA 1800	NTO D	6.467	21.504	30,07%
ADVIA 1800	NTO E	7.239	13.440	53,86%
ADVIA 1800	NTH F	5.973	15.036	39,72%
ADVIA 1800	NTH G	4.006	15.036	26,64%
ADVIA 1800	NTH H	12.240	24.192	50,60%
TOTAL		496.081	497.790	99,66%

5.2.7. Eficiência Produtiva do Colesterol Total

Na avaliação da EP do Colesterol Total o NTO A não apresenta EP superior a 100%, ficando em 85,93%. Já os NTOs de B e C apresentaram EP de 123,41% e 134,64% respectivamente (Tabela 9).

Os parques de produção de D e E apresentaram também excelentes EP, respectivamente 96,27% e 109,09%. E finalmente entre os NTH apenas o F apresentou EP baixa de 27,77% (Tabela 9).

Tabela 9 – Avaliação da EP do parâmetro Colesterol Total por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NT0 A	1.017.740	1.184.400	85,93%
ADVIA 1800	NT0 B	91.225	73.920	123,41%
ADVIA 1800	NT0 C	31.101	23.100	134,64%
ADVIA 1800	NT0 D	32.346	33.600	96,27%
ADVIA 1800	NT0 E	28.560	26.180	109,09%
ADVIA 1800	NTH F	2.138	7.700	27,77%
ADVIA 1800	NTH G	7.183	6.160	116,61%
ADVIA 1800	NTH H	4.214	4.620	91,21%
TOTAL		1.214.507	1.359.680	89,32%

5.2.8. Eficiência Produtiva do Creatinina

Nas análises da EP da Creatinina as EP de todos os NTOs estiveram superiores a 85,93%, entretanto quando avaliamos os NTHs o F apresentou uma baixa EP com 27,77%, consumindo quase três vezes mais número de testes processados que número de parâmetros reportados (Tabela 10).

Tabela 10 – Avaliação da EP do parâmetro Creatinina por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NT0 A	1.017.740	1.184.400	85,93%
ADVIA 1800	NT0 B	91.225	73.920	123,41%
ADVIA 1800	NT0 C	31.101	23.100	134,64%
ADVIA 1800	NT0 D	32.346	33.600	96,27%
ADVIA 1800	NT0 E	28.560	26.180	109,09%
ADVIA 1800	NTH F	2.138	7.700	27,77%
ADVIA 1800	NTH G	7.183	6.160	116,61%
ADVIA 1800	NTH H	4.214	4.620	91,21%
TOTAL		1.214.507	1.359.680	89,32%

5.2.9. Eficiência Produtiva da Fosfatase Alcalina

A fosfatase alcalina apresenta EP de 106,54% no NTO A e em B 58,61%, nos demais parques de produção as EP são inferiores a 45%, sendo bem crítica no NTH H, cuja EP chegou a 12,85%, com um consumo de testes sete vezes maior que a quantidade de parâmetros reportados (Tabela 11). EP muito baixas refletem sempre o aumento do consumo de testes com uma produção baixa de resultados de exames.

Tabela 11 – Avaliação da EP do parâmetro Fosfatase Alcalina por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	420.566	394.740	106,54%
ADVIA 1800	NTO B	45.364	77.400	58,61%
ADVIA 1800	NTO C	7.902	30.960	25,52%
ADVIA 1800	NTO D	6.817	30.960	22,02%
ADVIA 1800	NTO E	7.040	23.220	30,32%
ADVIA 1800	NTH F	21.503	85.140	25,26%
ADVIA 1800	NTH G	17.565	38.700	45,39%
ADVIA 1800	NTH H	4.972	38.700	12,85%
TOTAL		531.729	719.820	73,87%

5.2.10. Eficiência Produtiva da Gamagutamil Transferase (GGT)

Avaliando as EP descritas na tabela 12, GGT é um parâmetro que o NTO A apresentou EP inferior a 100%, precisamente 97,78%. As EP de B e C foram 84,22% e 69,53%, D e E apresentaram respectivamente 79,48% e 99,71%, este último com uma eficiência produtiva, superior a A.

Os NTHs F e G também apresentaram EP respectivamente de 86,45% e 60,39%, mas o NTH H apresentou EP 46,27% provavelmente porque o volume de testes processados foi o dobro do número de parâmetros reportados (Tabela 12).

Tabela 12 – Avaliação da EP do parâmetro Gamaglutamil Transferase por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	644.200	658.800	97,78%
ADVIA 1800	NTO B	52.298	62.100	84,22%
ADVIA 1800	NTO C	18.772	27.000	69,53%
ADVIA 1800	NTO D	17.167	21.600	79,48%
ADVIA 1800	NTO E	13.461	13.500	99,71%
ADVIA 1800	NTH F	21.007	24.300	86,45%
ADVIA 1800	NTH G	8.153	13.500	60,39%
ADVIA 1800	NTH H	6.247	13.500	46,27%
TOTAL		781.305	834.300	93,65%

5.2.11. Eficiência Produtiva da Glicose

Para a glicose as EPs avaliadas em todos os NTOs foram superiores a 85%, para os NTHs F e G apresentaram EPs de 79,94% e 69,96% respectivamente, enquanto H apresentou uma EP baixa, 47,95% (Tabela 13).

Tabela 13 – Avaliação da EP do parâmetro Glicose por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	1.337.529	1.293.600	103,40%
ADVIA 1800	NTO B	125.627	146.520	85,74%
ADVIA 1800	NTO C	41.811	47.520	87,99%
ADVIA 1800	NTO D	45.274	42.000	107,80%
ADVIA 1800	NTO E	38.820	43.560	89,12%
ADVIA 1800	NTH F	25.324	31.680	79,94%
ADVIA 1800	NTH G	11.081	15.840	69,96%
ADVIA 1800	NTH H	5.696	11.880	47,95%
TOTAL		1.631.162	1.632.600	99,91%

5.2.12. Eficiência Produtiva do Colesterol HDL

As EPs dos NTOs A (101,10%), B (96,40%), C (108,35%), D (72,77%) e E (100,57) apresentaram bons desempenhos. Quando avaliamos os NTHs o resultado F apresenta uma EP de 8,61%, extremamente baixa e o NTH H na sequência apresentou EP de 26,03%, ambos com

elevados números de testes processados. Já o NTH G apresentou uma EP muito boa 88,16% (Tabela 14).

Tabela 14 – Avaliação da EP do parâmetro Colesterol HDL por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	1.016.070	1.005.000	101,10%
ADVIA 1800	NTO B	89.131	92.460	96,40%
ADVIA 1800	NTO C	30.490	28.140	108,35%
ADVIA 1800	NTO D	32.180	44.220	72,77%
ADVIA 1800	NTO E	28.299	28.140	100,57%
ADVIA 1800	NTH F	2.077	24.120	8,61%
ADVIA 1800	NTH G	7.088	8.040	88,16%
ADVIA 1800	NTH H	4.186	16.080	26,03%
TOTAL		1.209.521	1.246.200	97,06%

5.2.13. Eficiência Produtiva do Colesterol LDL

Para as EP do LDL não foi possível obter dados porque para os NTOs de B, C, D e E, essa dosagem não é realizada, e o resultado é obtido por cálculo através da Fórmula de Friedewald, que consiste em subtrair do valor do colesterol total a taxa de colesterol HDL e um quinto do valor do triglicerídeos para obter o LDL.

Merece destaque o NTO A com uma EP de 109,74% e os NTHs F (30,76%), G (67,18%) e H (61,44%), onde esse parâmetro é dosado e os desempenhos das EP puderam ser calculados (Tabela 15).

Tabela 15 – Avaliação da EP do parâmetro Colesterol LDL por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	1.010.131	920.448	109,74%
ADVIA 1800	NTO B	88.504	CALCULADO	
ADVIA 1800	NTO C	28.628	CALCULADO	
ADVIA 1800	NTO D	31.729	CALCULADO	
ADVIA 1800	NTO E	28.343	CALCULADO	
ADVIA 1800	NTH F	2.082	6.768	30,76%
ADVIA 1800	NTH G	7.073	10.528	67,18%
ADVIA 1800	NTH H	4.158	6.768	61,44%
TOTAL		1.200.648	944.512	127,12%

5.2.14. Eficiência Produtiva da Lipase

A Lipase com exceção dos NTOs de D e E que não realizaram a dosagem deste analito durante o período analisado, apresentou desempenhos de EPs que variaram de 20-56% e apenas no NTO A a EP foi de 91,52% (Tabela 16).

Tabela 16 – Avaliação da EP do parâmetro Lipase por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	119.494	130.560	91,52%
ADVIA 1800	NTO B	8.641	15.360	56,26%
ADVIA 1800	NTO C	1.955	8.960	21,82%
ADVIA 1800	NTO D	*	*	*
ADVIA 1800	NTO E	*	*	*
ADVIA 1800	NTH F	8.175	13.440	60,83%
ADVIA 1800	NTH G	2.408	5.760	41,81%
ADVIA 1800	NTH H	2.499	7.680	32,54%
TOTAL		143.172	181.760	78,77%

*NTO D e E não produz este parâmetro, enviado a produção para NTO A

5.2.15. Eficiência Produtiva das Proteínas Totais

Quando analisamos a EP do parâmetro proteínas totais observamos o pior desempenho obtido no estudo, com EPs todas inferiores a 60%, mesmo no NTO A, e com o desempenho mais baixo chegando a 9,32% obtido no NTH F (9,32%) (Tabela 17).

Tabela 17 – Avaliação da EP do parâmetro Proteínas Totais por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	165.753	278.800	59,45%
ADVIA 1800	NTO B	16.784	47.600	35,26%
ADVIA 1800	NTO C	1.983	17.000	11,66%
ADVIA 1800	NTO D	1.741	17.000	10,24%
ADVIA 1800	NTO E	1.976	6.800	29,06%
ADVIA 1800	NTH F	1.268	13.600	9,32%
ADVIA 1800	NTH G	4.194	20.400	20,56%
ADVIA 1800	NTH H	1.961	13.600	14,42%
TOTAL		195.660	414.800	47,17%

5.2.15. Eficiência Produtiva de Transaminase Oxalacética (TGO)

Em relação ao parâmetro TGO as EPs em todos os NTOs e NTHs foram superiores a 70%, incluindo o NTH H que ao longo de todos o estudo apresenta EP baixas para praticamente todos os parâmetros estudados (Tabela 18).

Tabela 18 – Avaliação da EP do parâmetro TGO por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	995.372	1.050.600	94,74%
ADVIA 1800	NTO B	84.180	108.540	77,56%
ADVIA 1800	NTO C	31.067	40.320	77,05%
ADVIA 1800	NTO D	23.483	25.200	93,19%
ADVIA 1800	NTO E	22.329	24.120	92,57%
ADVIA 1800	NTH F	33.681	45.360	74,25%
ADVIA 1800	NTH G	15.847	20.160	78,61%
ADVIA 1800	NTH H	16.137	22.680	71,15%
TOTAL		1.222.096	1.336.980	91,41%

5.2.16. Eficiência Produtiva de Transaminase Pirúvica (TGP)

Avaliando o parâmetro TGP as EPs foram excelentes todas superiores a 79%, a atingindo um máximo de 124,94%. E mesmo o NTH H apresentou em a EP de 64,83% (Tabela 19).

Tabela 19 – Avaliação da EP do parâmetro TGP por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	1.014.252	1.076.100	94,25%
ADVIA 1800	NTO B	83.806	104.832	79,94%
ADVIA 1800	NTO C	33.164	35.280	94,00%
ADVIA 1800	NTO D	27.122	28.224	96,10%
ADVIA 1800	NTO E	22.994	24.192	95,05%
ADVIA 1800	NTH F	33.552	40.320	83,21%
ADVIA 1800	NTH G	15.742	12.600	124,94%
ADVIA 1800	NTH H	16.336	25.200	64,83%
TOTAL		1.246.968	1.346.748	92,59%

5.2.16. Eficiência Produtiva de Triglicerídeos

Nas análises das EPs dos NTOs todos obtiveram eficiências superiores a 93%, enquanto os NTHs, com exceção do G com 72,79% de EP, o F (25,77%) e o H (32,90%) apresentaram resultados ruins de EPs (Tabela 20).

Tabela 20 – Avaliação da EP do parâmetro Triglicerídeos por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	1.016.455	1.088.512	93,38%
ADVIA 1800	NTO B	91.059	88.784	102,56%
ADVIA 1800	NTO C	30.948	31.504	98,24%
ADVIA 1800	NTO D	32.409	34.016	95,28%
ADVIA 1800	NTO E	28.942	27.208	106,37%
ADVIA 1800	NTH F	2.952	11.456	25,77%
ADVIA 1800	NTH G	7.296	10.024	72,79%
ADVIA 1800	NTH H	4.240	12.888	32,90%
TOTAL		1.214.301	1.304.392	93,09%

5.2.17. Eficiência Produtiva de Ureia

Na avaliação das EPs da ureia todos os NTOs e NTHs apresentaram bons desempenhos de EPs todos superiores a 81%

Tabela 21 – Avaliação da EP do parâmetro Ureia por Local de Produção

<i>Linha de Produção</i>	<i>Local NTO</i>	<i>Nº Parâmetros Reportados</i>	<i>Nº Testes Processados</i>	<i>EP%</i>
ADVIA 2400	NTO A	971.850	952.740	102,01%
ADVIA 1800	NTO B	85.966	100.500	85,54%
ADVIA 1800	NTO C	69.538	80.400	86,49%
ADVIA 1800	NTO D	18.392	20.100	91,50%
ADVIA 1800	NTO E	23.199	24.120	96,18%
ADVIA 1800	NTH F	48.295	48.240	100,11%
ADVIA 1800	NTH G	29.620	36.180	81,87%
ADVIA 1800	NTH H	30.027	36.180	82,99%
TOTAL		1.276.887	1.298.460	98,34%

5.3. Avaliação impacto econômico-financeiro na sustentabilidade

Para avaliação do impacto econômico-financeiro foi considerado como base de cálculo, toda a cadeia de produção, ou seja, os custos fixos e variáveis (insumos reagente, controle de qualidade interno e externo, consumíveis auxiliares, equipamentos, água reagente, energia, infraestrutura física e infraestrutura de softwares e hardware), adotando como padrão o valor de US\$ 0,30 por testes reportados.

5.3.1. Impactos econômico-financeiros comparativos de custo de produção

Para o cálculo do Impacto Financeiro (IF) empregou-se a seguinte fórmula: valor pago pelo número de parâmetros reportados subtraído pelo valor pago pelo número de testes processados, multiplicado por US\$ 0,30 por teste. Assim, foi possível calcular o impacto econômico-financeiro de cada parque de produção acumulado no ano de 2022, totalizando uma perda econômica financeira de US\$ 220.236,30, que pode ser traduzida em aproximadamente 1.2 milhões de Reais, conforme demonstrado na tabela 22.

IF = valor pago nº parâmetros reportados (PR) – valor pago nº testes processados (TR) x US\$ 0,30

Tabela 22 – Avaliação do Impacto econômico-financeiro para o laboratório

Linha de Produção	Local	Impacto US\$
ADVIA 2400	NTO A	23.776,80
ADVIA 1800	NTO B	43.143,00
ADVIA 1800	NTO C	32.343,60
ADVIA 1800	NTO D	26.214,30
ADVIA 1800	NTO E	56.574,90
ADVIA 1800	NTH F	4.189,50
ADVIA 1800	NTH G	30.211,80
ADVIA 1800	NTH H	51.336,00
TOTAL		220.236,30

Outra forma de mensurar os impactos, é identificar atrás da classificação dos insumos reagente, controle de qualidade e insumos auxiliares o de maior impacto, indicando a causa raiz para criação de plano de ação com foco na sustentabilidade e redução de perdas e otimização de recurso, de forma global, os parques apresentaram uma distribuição de 59,65% dos gastos com reagente, 10,47% com controle de qualidade interno e 29,88% com insumos auxiliares, o que indica de forma macro que o maior esforço econômico-financeiro está voltado para produção de resultados, não sendo direcionando para adequação analítica excessiva, inadequações de insumos e ociosidade de máquina hora disponível para produção.

Tabela 23 – Avaliação Impacto econômico-financeiro detalhado por classificação de Insumo

Linha de Produção	Local	Reagente	Controle de Qualidade Interno (CQI)	Insumos Auxiliares
ADVIA 2400	NTO A	76,58%	4,49%	18,92%
ADVIA 1800	NTO B	42,54%	16,34%	41,12%
ADVIA 1800	NTO C	35,02%	19,02%	45,96%
ADVIA 1800	NTO D	39,74%	20,51%	39,74%
ADVIA 1800	NTO E	38,74%	15,41%	45,85%
ADVIA 1800	NTH F	44,67%	29,19%	26,13%
ADVIA 1800	NTH G	29,26%	18,31%	52,43%
ADVIA 1800	NTH H	28,01%	19,27%	52,72%
TOTAL		59,65%	10,47%	29,88%

O NTO A é considerado o maior parque de produção do laboratório, e é o único que apresenta *Modular Automation* (MA), o impacto financeiro foi considerado menor que o custo projetado, ou seja, tendo uma eficiência de US\$ \$23.776,80 de economia, por apresentar uma eficiência produtiva maior que 100%, sendo este resultado possível, pois os insumos foram consumidos até o volume de segurança do fabricante (volume morto).

Conforme apresentado na tabela 23, como o objetivo da medição é mensurar os impactos econômicos financeiros, uma outra forma de medir os impactos é identificar atrás da classificação dos insumos reagente, controle de qualidade e insumos auxiliares a de maior impacto, no NTO A insumo reagente representou 76,58% referente ao total gasto com insumos diretos no ano de 2022, 4,49% com controle qualidade interno e 18,82% com insumos auxiliares, o que evidencia que os investimento econômico-financeiro está voltado para produção de parâmetros, indicando que não houve excessivas calibrações e repetições de controle de qualidade interno para adequações analíticas, e nem equipamento ocioso, pois não houve consumo além do esperado com insumos auxiliares.

Nos NTOs de B e C, sendo parque de produção com dois equipamentos *stand-alone*, B apresentou uma perda financeira de US\$ \$ 43.143,00, enquanto em C, uma perda financeira de US\$ 32.343,60. Referente ao impacto da cadeia de insumos, em B os insumos reagentes representaram 42,54% e C 35,02%, controle de qualidade interno 16,34% em B e 19,02% em C, comparado com NTO de A houve um gasto de 4 vezes maior, indicando a possibilidade de calibrações excessivas e repetições de controle de qualidade interno para adequação analítica. Outra classificação mensurada foram os insumos auxiliares representando em B 41,32% do gasto com insumo e 45,96% em C, este comportamento indica que há ociosidade de produção, onde os equipamentos ficam ligados realizando checagem e lavagem consumindo insumos e não entrando no modo *stand-by*, que possibilita economia de insumos auxiliares.

Já os NTOs de D e E, que apresentam ambos um equipamento Advia 1800 em produção *stand-alone*, apresentaram respectivamente perda financeira US\$ 26.214,30, sendo reagentes com 39,74%, controle de qualidade interno 20,51% e insumos auxiliares 39,74% e perda financeira de US\$ 4.189,50, onde reagente representou 44,67%, controle de qualidade interno 29,19% e insumos auxiliares 26,13%, evidenciando que há calibrações excessivas, repetições de controle de qualidade interno, além de ociosidade de horas de produção com base na disponibilidade de horas.

Quando os NTHs do F e G são avaliados, ambos apresentando dois equipamentos Advia 1800 em produção *stand-alone*, observamos respectivamente uma perda financeira

de US\$ 56.574,90 no F e US\$ 30.211,80. Aqui, fica evidente que a maior perda é por insumos auxiliares que representam um maior gasto, sendo, 45,85% no F e 52, 43% G, indicando ociosidade de máquina em horas de produção e falta de economia por *Stand-by*.

O último NTH fica no Hospital H, que registrou uma perda financeira de US\$ 51.336,00, sendo o consumo de insumos auxiliares o de maior representatividade no gasto total ano de 52,72%, controle de qualidade interno 19,27% e reagente de 28,01%.

6. DISCUSSÃO

Não é de hoje que se estudam novas formas de gestão sustentáveis nos sistemas de saúde ao redor do mundo. Quando analisamos a realidade deste cenário, é possível constatar um processo acelerado de perda de controle/gestão e um abismo no quesito sustentabilidade, onde este ecossistema de saúde é sustentado por recursos financeiros escassos.

Uma das maneiras para se tentar modificar tal situação é a aplicação prática da teoria de saúde Valor em saúde se resume a uma equação, onde valor é igual a qualidade dividida pelo custo ($V=Q/C$), ou seja, é possível se calcular valor quando consideramos o custo de um tratamento e o quanto dele trará de qualidade a pessoa que está sendo tratada, e ainda nos dias atuais é a teoria mais bem aceita para tal discussão (DUTTA *et al.*, 2018).

Um dos grandes problemas que se apresenta no mundo atualmente, é a dicotomia na aplicação prática e a falta de entendimento claro de tal teoria acima descrita. Vale lembrar que tal teoria se molda muito pela perspectiva do olhar do *stakeholder* no mercado de saúde. Na ânsia de chegarem a uma solução mais aplicável, as empresas do segmento da saúde, iniciam um processo de validação das etapas da jornada do paciente, dentro desta jornada o diagnóstico através de medições de exames laboratoriais, onde pouco se mede a eficiência produtiva (número de testes reportados/número de testes processados) do sistema analíticos, impactado diretamente na efetividade e acesso de serviço a população, a falta de gestão de perda e medições, podem inviabilizar na visão econômico-financeira tornando o parque de produção de exames laboratoriais insustentável e não sustentável pelos recursos disponíveis.

Conforme resultados medidos dos núcleos técnicos operacionais e hospitalares estudados, é preciso uma gestão eficiente, com foco na eficiência operacional e financeira, atendendo as necessidades da jornada do paciente e sustentabilidade econômico-financeira, mas para que sejam atingidos esses objetivos, a implantação de indicadores de desempenho proposto neste trabalho, devem estar no centro da gestão e governança clínica, impactando diretamente a toda cadeia assistencial.

Os indicadores de desempenho, analíticos que impactam diretamente ao custo operacional de controle de qualidade, devem ser acompanhados com ferramentas estatísticas específicas, sendo um norteador de aprovação e acompanhamento dos erros sistêmicos, desta forma, disponibilizando somente os recursos necessários para produção

analítica de maior precisão e exatidão, com foco na gestão de desperdício, de insumos, pessoas, recursos naturais, lixo, infraestrutura, máquinas de produção (COSTA, 2013).

Um ponto de impacto na cadeia de assistência ao cuidado, sendo uma questão importante, (ROBINSON; STRINGER, 2001) impacta na decisão no planejamento do fluxo de produção analítica, sendo ele, o ponto principal para tomada de decisão como menu de exames, número de equipamentos, tipo de amostra biológica, demanda, complexidade da prestação de serviços, recursos humanos, insumos, controle de qualidade, onde normalmente, esses esforços devem ser levados como premissa, não podem ser observados por agir no seu próprio interesse e não no do principal (paciente), daí a necessidade de métodos de medições que procurem servir os interesses do principal, ou seja, neste caso o laboratório disponível ao diagnóstico do paciente.

No mercado de saúde, os médicos (que têm poder de informação) geralmente atuam como agentes de pacientes, unidades de saúde ou seguradoras, e seu desempenho (esforço) como agentes é muito difícil, se não impossível, de monitorar (ROBINSON; STRINGER, 2001).

Um ponto de discursão mencionado, é quanto, ao perfil de exames disponibilizado, esses perfil, impacta diretamente nos custos e valor ao cuidado na jornada do paciente, ou seja, se o perfil não estiver conforme a necessidade da população assistida, haverá perda em toda cadeia de produção, disponibilidade ou indisponibilidade de recursos necessários impactando em perdas ou faltas, portanto, esse fator é um ponto de grande atenção, conforme demonstrados nos resultados, há exames disponibilizados de baixa demanda que impactam diretamente na sustentabilidade econômico-financeira do laboratório e são incoerentes ou dispensáveis na jornada do cuidado centrado no paciente.

A cadeia de produção de exames analíticas/diagnósticos, tem valores e fatores que interferem na eficiência operacional, sendo necessário, o acompanhamento de medições que levem informações para tomada de decisão em vários pontos, fase pré-analítica como disponibilidade de insumos, equipamento, necessidade da população atendida, já na fase analítica, desempenho analíticos, valores de referência, repetições, linearidade, replicabilidade, erros sistêmicos, exatidão, precisão e qualidade dos analistas clínicos, na fase pós-analítica, a liberação do laudo, deverá ser analisada conforme o tempo de liberação acordado, sugestão de novos exames para casos de desfechos inconclusivos, reporte de resultados críticos que podem causar dano ao paciente (BERLITZ, 2010).

Aplicação de indicadores para avaliação de eficiência produtiva que teve início trabalhos de Koopmans e Debreu (FÄRE; GROSSKOPF; LOVELL, 1995), tem aplicabilidade em indústrias de produção manufaturada a mais de sete décadas, sendo uma métrica consolidada e aplicada como ferramenta de medição, e na saúde ainda não é aplicada com na maioria dos laboratórios clínicos, sendo primordial para resultados que impactam na redução de perdas e otimização de recursos, como apresentado neste estudo.

Conforme mencionado por Pinto dos Santos e Bernardes de Oliveira (2021), tendo como premissa que a vida humana não deve ser sujeita a avaliação financeira, várias atividades humanas, nomeadamente o trabalho, são passíveis de ser avaliadas em termos financeiros (PINTO DOS SANTOS; BERNARDES DE OLIVEIRA, 2020). Isto permite estimar o valor da saúde na medida em que a saúde tem impacto nessas atividades. Desta forma, podemos considerar que os resultados evidenciam perdas monetárias na cadeia de produção, impactando diretamente na sustentabilidade econômico-financeira do custos assistenciais da saúde, assim sendo, faz-se necessário a medição da eficiência e eficácia de todas as etapas da jornada do paciente, tais como medir os custos e benefícios associados à saúde, aplicando várias métricas para estimar valor em saúde foram propostas na literatura acadêmica e são usadas na prática, tendo como ponto focal, o VBHC e não ferramentas contábeis ou econômicas, que não impactam no cuidado centrado ao paciente, este trabalho teve como foco, os pontos onde há impactos associado a jornada do paciente versus recursos disponibilizados.

Maceira (1998) diz que a prestação de serviços de saúde de qualidade e com boa relação custo-benefício tem sido de interesse crescente pelas fontes pagadoras sejam elas públicas ou privadas, e por pacientes nos últimos anos, especialmente com a crises econômicas e a redução da renda (WHO *et al.*, 2007). Há um foco na aplicação de ferramenta e métricas, que impactam em métodos de pagamento dos prestadores e em como restringir demanda desnecessária por cuidados de saúde (MACEIRA, 1998).

Provedores, pacientes e fontes pagadoras públicas ou privadas enfrentam diferentes tipos de incentivos para eficiência, qualidade e uso de serviços de saúde produzidos por métodos de pagamento (MACEIRA, 1998). A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1996, recomendou que os recursos econômico-financeiros, sejam pela forma de pagamento e/ou custeio, devem procurar evitar desperdícios, melhorar a qualidade e a acessibilidade, permitir a escolha do médico pelo paciente e também deve ser de fácil implementação de métodos e ferramentas de melhoria contínua com foco na otimização dos recursos (WHO *et al.*, 2007).

De maneira geral, este estudo permitiu através do cálculo simples da Eficiência Produtiva (EP) encontrar estratégias de gestão laboratorial mais efetiva no controle de custos e na viabilidade financeira do laboratório, sem perder o foco no Cuidado Baseado em Valor ou simplesmente Valor em Saúde, garantindo diagnóstico laboratorial de boa qualidade analítica e com parâmetros laboratoriais ou exames adequados ao ambiente do diagnóstico clínico e laboratorial, garantindo uma assistência médica adequada e a saúde financeira do laboratório.

.

7. CONCLUSÃO

Conforme demonstrado nas medições, as perdas nas cadeias de produção são diversas, impactando diretamente na sustentabilidade econômico-financeira na jornada

de assistência no diagnóstico e monitoramento do paciente, portando, há necessidade de criação de metodologia, indicadores e planejamento que impactam diretamente na cadeia de custos assistencial. A aplicação de ferramentas de medição de EP, operacional e valor agregado, devem ser desenvolvidas para tomada de decisão mais assertivas em todas as cadeias assistenciais do paciente, como demonstrados neste estudo, a capacitação e sensibilização da gestão para governança clínica com foco na otimização de recursos financeiros ou não, além de planejamento e análise de viabilidade econômico-financeira, impactam diretamente a qualidade da prestação de serviço e disponibilização dos recursos necessários. A integração dos setores que compõem a jornada do paciente, devem ser fomentadas dentro da cadeia de assistência ao paciente, seja hospitalar ou eletiva, pública ou privada, criando critérios e métricas mais assertivos para tomada de decisão em toda a cadeia da jornada de assistência do paciente, tendo como pilar o paciente no centro de cuidado e sustentabilidade, podendo então, ampliar a cadeia de assistência, impactando o maior número de pessoas.

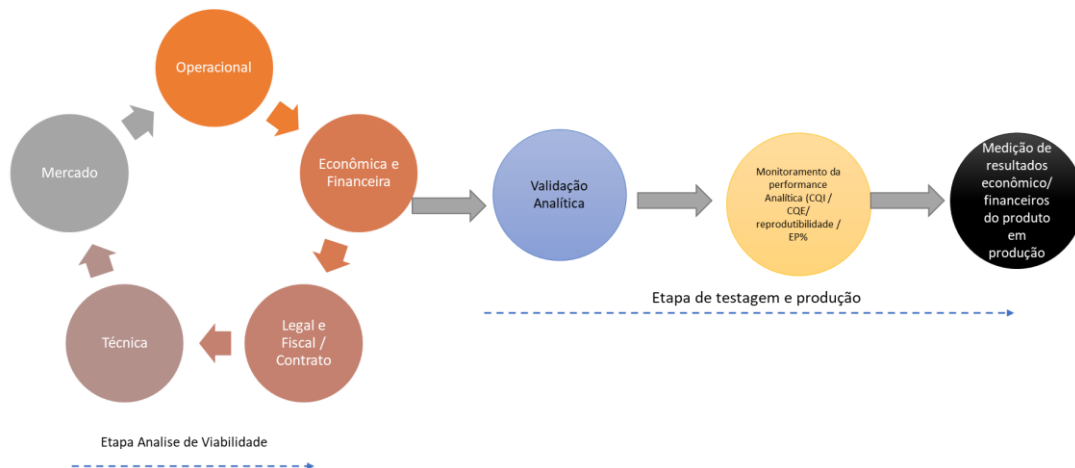
A qualidade neste processo, tem papel fundamental para disseminação e implementação de boas práticas e planejamento das atividades, garantindo a integração de todas as partes interessadas e fortalecimento da governança clínica, áreas assistencial, produtiva, financeira e estratégicas, devem, estar sempre em sintonia e sinergia, para que possam otimizar os recursos necessários, de forma mais eficiente, transformando a jornada do paciente, em um ecossistema sustentável e sustentado. Na análise econômico-financeira deste estudo, houve um grande impacto total de desperdício em todos os parques de produção (exceto NTO A) e quando avaliamos o consumo destes recursos detalhadamente, destacamos perdas por repetições de controle de qualidade interno e insumos auxiliares, revelando tempo ocioso em equipamentos *stand alone*, que representam um gargalo econômico importante na sustentabilidade financeira dos laboratórios que empregam essa metodologia de automação. A otimização de recursos nestes parques de produção, revelam uma oportunidade de aumento da EP, bem como um ganho de Cuidados de Saúde Baseados em Valor ou simplesmente Valor em Saúde, reduzindo os custos na cadeia assistencial do cuidado ao paciente, e otimizando recursos, possibilitando que a mesma quantidade de reagentes e insumos realizem exames de mais pacientes.

8. PERSPECTIVAS

Para que outros laboratórios consigam melhorar e aplicar o conhecimento simples desenvolvido neste estudo, detalhamos como essas ferramentas podem ser aplicadas na construção deste processo de gestão laboratorial.

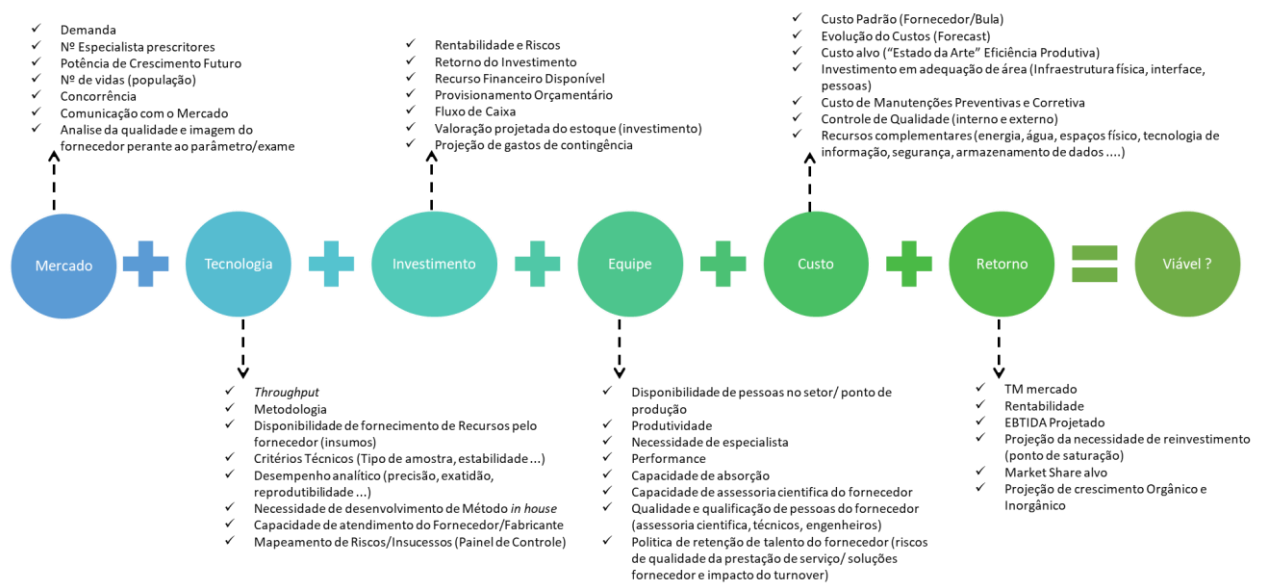
As variáveis demonstradas na figura 2, exemplificam a gestão de parque de produção de exames laboratoriais.

Figura 2-Variáveis mapeadas para gestão de parque de produção no laboratório



Na implantação de sistema analítico para produção de exames laboratoriais, é necessário um olhar mais minucioso quanto aos riscos, perdas e desempenho, para que haja maior sustentabilidade, por conseguinte, ao ser sustentado a partir de um orçamento mais assertivo e com maior otimização de recursos, conseguirá atender ao planejamento assistencial de uma maior população possível.

Figura 3- Planejamento estratégico para implantação de sistemas de automação laboratorial



Iniciando o planejamento ou implementação e monitoramento com um olhar assistencial ou de mercado, sendo necessário conhecer as seguintes variáveis:

- ✓ Demanda
- ✓ Número de especialista prescritores, dado necessário para planejamento do menu de parâmetros de exames laboratoriais.
- ✓ Potencial de crescimento futuro
- ✓ Perfil populacional
- ✓ Concorrência e prestadores de serviços
- ✓ Comunicação com o mercado ou população
- ✓ Análise da qualidade e imagem do fornecedor perante os parâmetros/exames, interferindo na demanda pois está diretamente ligado a opção de desfecho/qualidade dos perseguidores.

Outra variável importante é a tecnologia, como mencionado neste estudo com potencial risco de perda da cadeia de produção, impactando diretamente na sustentabilidade econômico-financeira, os pontos de atenção são:

- ✓ *Throughput* ou rendimento na máquina de produção
- ✓ Metodologia parâmetro
- ✓ Disponibilidade de fornecimento de Recursos pelo fornecedor (insumos)
- ✓ Critérios Técnicos (Tipo de amostra, estabilidade ...)
- ✓ Desempenho analítico (precisão, exatidão, reprodutibilidade ...)

- ✓ Necessidade de desenvolvimento de Método in house
- ✓ Capacidade de atendimento do Fornecedor/Fabricante
- ✓ Mapeamento de Riscos/Insucessos (Painel de Controle)

Quanto ao investimento, é fundamental conhecer os seguintes pontos:

- ✓ Rentabilidade e Riscos
- ✓ Retorno do Investimento
- ✓ Recurso Financeiro Disponível
- ✓ Provisionamento Orçamentário
- ✓ Fluxo de Caixa
- ✓ Valoração projetada do estoque (investimento)
- ✓ Projeção de gastos de contingência

Os recursos humanos são um ponto de atenção em todo projeto de otimização de recursos ou implantação de novos serviços e produtos, sendo uma questão sensível para perenidade da prestação de serviço, inovação, qualidade e cuidado na cadeia assistencial ao paciente, desta forma, um risco que deve ser levantado como:

- ✓ Disponibilidade de pessoas no setor/ ponto de produção
- ✓ Produtividade
- ✓ Necessidade de especialista
- ✓ Performance
- ✓ Capacidade de absorção
- ✓ Capacidade de assessoria científica do fornecedor
- ✓ Qualidade e qualificação de pessoas do fornecedor (assessoria científica, técnicos, engenheiros)
- ✓ Política de retenção de talento do fornecedor (riscos de qualidade da prestação de serviço/ soluções fornecedor e impacto do *turnover*)

O próximo ponto sensível à sustentabilidade na implantação e monitoramento da cadeia assistencial é o custo, tendo os seguintes pontos de atenção e monitoramento contínuo:

- ✓ Custo Padrão (Fornecedor/Bula)
- ✓ Evolução do Custos (*Forecast*)
- ✓ Custo alvo (“Estado da Arte” Eficiência Produtiva)

- ✓ Investimento em adequação de área (Infraestrutura física, interface, pessoas)
- ✓ Custo de Manutenções Preventivas e Corretiva
- ✓ Controle de Qualidade (interno e externo)
- ✓ Recursos complementares (energia, água, espaços físicos, tecnologia de informação, segurança, armazenamento de dados)

Fechando este ciclo de análise de sustentabilidade econômico-financeira com estudo de retorno, podendo então definir recursos necessários, e projeção de sustentabilidade, desta forma, deve-se planejar e monitorar os seguintes pontos:

- ✓ Ticket médio (exames/paciente) mercado
- ✓ Rentabilidade
- ✓ EBTIDA Projetado
- ✓ Projeção da necessidade de reinvestimento (ponto de saturação)
- ✓ *Market Share* alvo
- ✓ Projeção de crescimento Orgânico e Inorgânico

9. REFERÊNCIAS

ANTONIOS, Kritikos; CROXATTO, Antony; CULBREATH, Karissa. Current State of Laboratory Automation in Clinical Microbiology Laboratory. *Clinical Chemistry*, v. 68, n. 1, p. 99–114, 2022.

BALDWIN, Mike *et al.* Patient-reported outcomes, patient-reported information: From randomized controlled trials to the social web and beyond. *Patient*, v. 4, n. 1, p. 11–17, 2011.

BELLONI, JA; LAPA, JS. *Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras*. 2000. 1–246 f. Tese – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78457/153160.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

BERLITZ, Fernando de Almeida. Controle da qualidade no laboratório clínico: alinhando melhoria de processos, confiabilidade e segurança do paciente. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 46, n. 5, p. 353–363, out. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442010000500003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

BERLITZ, Fernando de Almeida; HAUSSEN, Mariana Lipp. Seis sigma no laboratório clínico: impacto na gestão de performance analítica dos processos técnicos. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 41, n. 5, p. 301–312, out. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442005000500004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

BOACHIE, Micheal Kofi. Healthcare Provider-Payment Mechanisms : A Review of Literature. v. 2, n. 2, p. 41–46, 2014.

BRAGLIA, Marcello; FROSOLINI, Marco; ZAMMORI, Francesco. Uncertainty in value stream mapping analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, v. 12, n. 6, p. 435–453, 19 dez. 2009. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13675560802601559>>.

BYFORD, S.; RAFTERY, J. Economics notes: Perspectives in economic evaluation. *BMJ*, v. 316, n. 7143, p. 1529–1530, 16 maio 1998.

CAMPANA, Gustavo Aguiar; OPLUSTIL, Carmen Paz. Conceitos de automação na medicina laboratorial: revisão de literatura. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 47, n. 2, p. 119–127, 2011.

CARVALHO, M.M.; PALADINI, E.P. *Gestão da qualidade: teoria e casos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. v. 1.

CESCONETTO, André; LAPA, Jair dos Santos; CALVO, Maria Cristina Marino. Avaliação da eficiência produtiva de hospitais do SUS de Santa Catarina, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 24, n. 10, p. 2407–2417, out. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2008001000021&lng=pt&tlng=pt>.

CHAN, Daniel K. C. *et al.* A specification language for the WIDE workflow model. 1998, New York, New York, USA: ACM Press, 1998. p. 197–199.

COSTA, DB. *Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil*. 2013. 174 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3457/000388633.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2024.

DA RIN, Giorgio. Pre-analytical workstations: A tool for reducing laboratory errors. *Clinica Chimica Acta*, v. 404, n. 1, p. 68–74, 6 jun. 2009. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009898109001454>>.

DASGUPTA, Tirthankar. Using the six-sigma metric to measure and improve the performance of a supply chain. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 14, n. 3, p. 355–366, 25 maio 2003. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1478336032000046652>>.

DRUMMOND, MF *et al.* *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. 4TH. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015. v. 1. Disponível em: <<https://pure.york.ac.uk/portal/en/publications/methods-for-the-economic-evaluation-of-health-care-programmes-3>>. Acesso em: 31 out. 2024.

DRUMMOND, Michael; WEATHERLY, Helen; FERGUSON, Brian. Economic evaluation of health interventions. *BMJ*, v. 337, p. a1204, 2008.

DUTTA, Sunil W. *et al.* Time-driven activity-based cost comparison of prostate cancer brachytherapy and intensity-modulated radiation therapy. *Brachytherapy*, v. 17, n. 3, p. 556–563, maio 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S153847211830031X>>.

EVANGELOPOULOS, Angelos *et al.* Nomenclature and Basic Concepts in Automation in the Clinical Laboratory Setting: A Practical Glossary. *Clinical Laboratory*, v. 59, n. 11+12/2013, 2013.

FÄRE, R; GROSSKOPF, S; LOVELL, CAK. *Structural Change and Economic Dynamics*. Cambridge ed. Cambridge: University of Southampton Southampton, UK, 1995. v. 1.

FRASE, CG. *Biologic Variation: from principles to practice*. Washington: AACC Press, 2001. v. 1. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=1YsDPMABuwEC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 16 nov. 2024.

GENZEN, Jonathan R. *et al.* Challenges and opportunities in implementing total laboratory automation. *Clinical Chemistry*, v. 64, n. 2, p. 259–264, 2018.

GONÇALVES, WP; SILVA, AA; BARBOSA, EA. O USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE VISANDO A PADRONIZAÇÃO DO TAMANHO DA MASSA DA LASANHA PRODUZIDA EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. 15 out. 2012, Bento Gonçalves: Annals XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção, 15 out. 2012. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_158_922_20101.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2024.

GOPAL, P.R.C.; THAKKAR, Jitesh. A review on supply chain performance measures and metrics: 2000-2011. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 61, n. 5, p. 518–547, 15 jun. 2012. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410401211232957/full/html>>

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; TIRTIROGLU, E. Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 21, n. 1/2, p. 71–87, 1 jan. 2001. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443570110358468/full/html>>

HUSSEY, Trevor. EFFICIENCY AND HEALTH. *Nursing Ethics*, v. 3, n. 4, p. 1–10, 1997.

JONSSON, Patrik; LESSHAMMAR, Magnus. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 19, n. 1, p. 55–78, jan. 1999. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443579910244223/full/html>>

JURAN, JM; GRYNA, FM; *Quality Planning and Analysis: From Product Development Through Usage*. 3ª ed. [S.l.]: McGraw-Hill Inc.,US, 1993. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Quality_Planning_and_Analysis.html?id=w95TAAAAMAAJ&redir_esc=y>. Acesso em: 16 nov. 2024.

KAPLAN, Robert S; PORTER, Michael E. How to solve the cost crisis in health care. *Harvard business review*, v. 89, n. 9, p. 46–52, 54, 56- 61 passim, set. 2011.

KING, Gary; PAN, Jennifer; ROBERTS, Margaret E. Reverse-engineering censorship in China: Randomized experimentation and participant observation. *Science*, v. 345, n. 6199, 22 ago. 2014. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1251722>>.

LIPPI, Giuseppe. Governance of preanalytical variability: Travelling the right path to the bright side of the moon? *Clinica Chimica Acta*, v. 404, n. 1, p. 32–36, jun. 2009. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009898109001430>>.

LIPPI, Giuseppe *et al.* Survey on the prevalence of hemolytic specimens in an academic hospital according to collection facility: opportunities for quality improvement. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, v. 47, n. 5, 1 jan. 2009.

LIPPI, Giuseppe; DA RIN, Giorgio. Advantages and limitations of total laboratory automation: A personal overview. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, v. 57, n. 6, p. 802–811, 2019.

LIPPI, Giuseppe; MATTIUZZI, Camilla. Testing volume is not synonymous of cost, value and efficacy in laboratory diagnostics. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, v. 51, n. 2, p. 243–245, 1 fev. 2013.

LUNDBERG, George D. Acting on Significant Laboratory Results. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, v. 245, n. 17, p. 1762, 1 maio 1981. Disponível em: <<http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.1981.03310420052033>>.

MACEIRA, D. Major Applied Research 2 , Working Paper 2 Provider Payment Mechanisms in Health Care: Incentives, Outcomes, and Organizational Impact in Developing Countries. ago. 1998, Maryland: Partnerships for Health Reform (PHR), ago. 1998. Disponível em: <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:45014796>>.

MCCAY, Layla; LEMER, Claire; WU, Albert W. Laboratory safety and the WHO World Alliance for Patient Safety. *Clinica Chimica Acta*, v. 404, n. 1, p. 6–11, jun. 2009. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009898109001302>>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 302, DE 13 DE OUTUBRO DE 2005. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5919009/RDC_302_2005_COMP.pdf/bf588e7a-b943-4334-aa70-c0ea690bc79f>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 512, DE 27 DE MAIO DE 2021. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6278771/RDC_512_2021_.pdf/5650229b-218e-467a-83dd-e292581c20fe>. Acesso em: 16 nov. 2024.

ORSULAK, P J. Stand-alone automated solutions can enhance laboratory operations. *Clinical chemistry*, v. 46, n. 5, p. 778–83, maio 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10794777>>.

PARMEMTER, D; *Key performance Indicators: Developing, Implementing and using Winning KPIs*. 1. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2002. v. 49. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4282326/mod_resource/content/0/KEY%20PERFORMANCE%20INDICATORS.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

PINTO DOS SANTOS, José Miguel; BERNARDES DE OLIVEIRA, Sandra. A Financial Theory Perspective of the Metrics Employed to Measure Value in the “Value in Healthcare” Methodologies. *Portuguese Journal of Public Health*, v. 38, n. 3, p. 176–186, 2020. Disponível em: <<https://karger.com/PJP/article/doi/10.1159/000512564>>.

PORTER, M.E. What Is Value in Health Care? *New England Journal of Medicine*, v. 363, n. 26, p. 2477–2481, 23 dez. 2010.

PORTER, M.E.; LEE, T.H. The Strategy That Will Fix Health Care. *Health Care And Treatment*, v. 91, n. 10, p. 50–70, 2013.

PORTER, M.E.; TEISBERG, E.O. *Redefining Health Care: Creating Value-Based Competition on Results*. 1ª edição ed. [S.l.]: Harvard Business School Press, 2006.

RAMOS, Ludimila R.; OLIVEIRA, Márcio V.; SOUZA, Cláudio L. Pre-analytical variables evaluation in laboratory tests of patients attended at the Vitória da Conquista Central laboratory, Bahia, Brazil. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 56, n. 1, p. 1–8, 2020. Disponível em: <<http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1676-2444.20200009>>.

ROBINSON, Christopher J.; STRINGER, Sally E. The splice variants of vascular endothelial growth factor (VEGF) and their receptors. *Journal of Cell Science*, v. 114, n. 5, p. 853–865, 1 mar. 2001. Disponível em: <<https://journals.biologists.com/jcs/article/114/5/853/1011/The-splice-variants-of-vascular-endothelial-growth>>.

SABIN. *Sabin Medicina Diagnóstica*. Disponível em: <www.sabin.com.br>. Acesso em: 27 mar. 2023.

SALGADO, CCR et al. *Gestão por processos e ferramentas da qualidade: o caso da coordenação de um curso de graduação*. 1. ed. Botucatu, SP: Teklme e Logos, 2013. v. 4.

SEABERG, R S; STALLONE, R O; STATLAND, B E. The role of total laboratory automation in a consolidated laboratory network. *Clinical chemistry*, v. 46, n. 5, p. 751–6, maio 2000.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. A new American TQM: four practical revolution in management. *Productivity Press*, 1993.

SINK, DS; TUTTLE, TC. *Planejamento e medição para a performance*. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993. v. 1.

SONNTAG, Oswald. Analytical interferences and analytical quality. *Clinica Chimica Acta*, v. 404, n. 1, p. 37–40, jun. 2009. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009898109001363>>.

TAI, B.B.; BAE, Y. H.; LE, Q. A. A Systematic Review of Health Economic Evaluation Studies Using the Patient's Perspective. *Value in Health*, v. 19, n. 6, p. 903–908, set. 2016.

TATICCHI, Paolo; TONELLI, Flavio; CAGNAZZO, Luca. Performance measurement and management: a literature review and a research agenda. *Measuring Business Excellence*, v. 14, n. 1, p. 4–18, 23 mar. 2010. Disponível em:

<<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13683041011027418/full/html>>
.

TEZZA, Rafael; BORNIA, Antonio Cezar; VEY, Ivan Henrique. Sistemas de medição de desempenho: uma revisão e classificação da literatura. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 1, p. 75–93, 2010. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000100007&lng=pt&tlng=pt>.

THOMAS, H.; LEE, M.D. Putting the value framework to work. *The New England journal of medicine*, v. 363, n. 26, p. 2481–2483, 2010.

TSAI, Mitchell H.; PORTER, Jeremy C.; ADAMS, David C. The Denominator in Value-Based Health Care: Porter's Hidden Costs. *Anesthesia and Analgesia*, v. 127, n. 1, p. 317, 2018.

WESTGARD, J. *Desirable Specifications for Total Error, Imprecision, and Bias, derived from intra- and inter-individual biologic variation*. . Disponível em:
<<https://westgard.com/clia-a-quality/quality-requirements/biodatabase1.html>>. Acesso em: 16 nov. 2024.

WFMC. *Management Coalition. The Workflow Reference Model*.

WHO *et al. Provider payments and cost-containment: lessons from OECD countries*. , Technical briefs for policy-makers;2. Genebra: World Health Organization, 2007.

WONNACOTT, P.; WONNACOTT, R.; *Introdução à economia*. McGraw Hil ed. São Paulo: [s.n.], 1985.