



## Transformação digital em gestão de qualidade por automação de processos em laboratório de sementes: um estudo de caso

### Digital transformation in quality management through process automation in a seed laboratory: a case study

DOI: 10.55905/revconv.16n.12-270

Recebimento dos originais: 17/11/2023

Aceitação para publicação: 26/12/2023

**Alexandre Martins Abdão dos Passos**

Doutor em Fitotecnia

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Milho e Sorgo

Endereço: Sete Lagoas - MG, Brasil

E-mail: alexandre.abdao@embrapa.br

#### RESUMO

Sistemas de gestão de qualidade têm como premissa apresentar uma política de melhoria contínua dos processos do negócio. Objetivou-se com o presente trabalho apresentar um relato de caso de mapeamento de processos e de melhoria no negócio de um laboratório de análises de sementes (LAS) por meio de automação digital. Foram mapeadas as atividades do laboratório definindo-se dois macroprocessos, compreendendo uma vertente de análises de sementes para controle interno de qualidade na produção da empresa e outro voltado para ensaios experimentais para pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologia de sementes. Verificou-se pelo mapeamento do processo e processo hierárquico analítico (AHP) que a geração de documentação representava a maior demanda de recursos, especialmente tempo. Foi realizada a reformulação dos procedimentos operacionais com foco na automatização das atividades por meio de um software interno desenvolvido por meio da linguagem Visual Basic for Applications -VBA. O fator de eficiência sistema automatizado foi aproximadamente 5,1 vezes mais rápido que o método manual, o que equivale a um ganho de eficiência de cerca de 80.1% em termos de velocidade do processo. A automação digital representa uma ferramenta de valor na melhoria de processos do LAS com economia de recursos alinhado à geração de impactos positivos no negócio.

**Palavras-chave:** ISO17025, sistema de gestão de qualidade, tecnologia de sementes, gestão por processo, *laboratory information management system*.

#### ABSTRACT

Quality management systems are predicated on providing a policy for continuous improvement of business processes. This study aimed to present a case report on process mapping and improvement in the business of a seed analysis laboratory (SAL) through digital automation. The laboratory's activities were mapped, defining two macro-processes: one focusing on seed analysis for internal quality control in the company's production, and the other on experimental tests for research, development, and innovation in seed technology. Through the process mapping and Analytic Hierarchy Process (AHP), it was found that documentation generation represented the highest demand for resources, especially time. A reformulation of the operational procedures was



carried out with a focus on automating activities through a software developed using Visual Basic for Applications - VBA. The efficiency factor of the automated system was approximately 5.1 times faster than the manual method, corresponding to an efficiency gain of about 80.1% in terms of process speed. Digital automation represents a valuable tool in improving the processes of the SAL with resource savings aligned with generating positive impacts on the business.

**Keywords:** ISO17025, quality management system, seed technology, process management, laboratory information management system.

## 1 INTRODUÇÃO

A cadeia de produção de sementes é um segmento do setor produtivo agropecuário de alta expressão e que vem apresentando nas últimas décadas um relevante avanço na utilização de tecnologias (Rifna et al., 2019; Zaidi et al., 2020). A indústria de sementes se destaca pela alta profissionalização, incorporando não somente técnicas avançadas na área de produção, como também modernas práticas de gestão administrativa e de negócio visando à maximização da eficiência e obtenção de resultados positivos (Junqueira e Morabito, 2009; Lopes, 2019).

A principal premissa desse setor, é a obtenção e oferta de sementes com a máxima qualidade. Esse quesito é determinado diretamente pelas condições de produção no campo (Moreano et al., 2018). Nesse trajeto do campo ao cliente, a semente, depois de colhida, passa por diversas etapas que englobam atividades realizadas desde a recepção na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), armazenamento climatizado, embalagem e distribuição para comercialização. Desde a pré colheita à distribuição, as análises de qualidade e identidade das sementes são realizadas em laboratórios especializados que garantem a qualidade do produto gerado (Marcos Filho, 2015; Zorato, 2023).

O laboratório de análises mensura e garante a qualidade e identidade dos lotes produzidos e beneficiados, de forma a garantir alto desempenho agrônômico e padrões das sementes produzidas. Como elo essencial nos programas de produção de sementes, os laboratórios de análises de sementes historicamente investem em práticas gerenciais que visem à garantia e reconhecimento de competência técnica na geração de resultados tecnicamente válidos da qualidade das sementes produzidas, tanto para um controle de qualidade interno das organizações, como para externo junto aos órgãos de controle (Soares Neto, 2016, Zorato, 2023).

O investimento em sistemas de qualidade incorpora valor aos produtos e serviços gerados, com reflexos positivos para a criação de vantagens competitivas para empresas e laboratórios



que adotem uma política de qualidade e inovação na gestão (Jensen et al., 2019; Rupp et al., 2023). Além disso, conforme orientação do Ministério da Agricultura e Pecuária no Brasil, que legisla e normatiza o sistema nacional de produção de sementes, inclusive laboratórios, é essencial manter um sistema de gestão de qualidade para emitir resultados de qualidade e identidade de lotes de sementes para comercialização (MAPA, 2019). Essa necessidade de aderência a padrões de qualidade, incluindo metodologias como Seis Sigma, Lean e 5S, sublinha a importância de compreender e aprimorar continuamente os processos internos, especialmente por meio de automação (Al Naam et al., 2022).

De acordo com Hammer e Champy (1994) e Aguilar-Savén (2004), os processos são um conjunto de atividades com sequência lógica, visando à geração de bens ou serviços para consumidores. A gestão por processos, ou Business Process Management – BPM, tem como fundamento essencial os mapeamentos, realizados por meio de diagramas e modelagem, das atividades da empresa (Mourão, 2017), enfatizando a importância de conhecer os fluxos e identificar pontos de estrangulamento para uma tomada de decisão mais eficaz por meio de métricas internas.

Dentre essas métricas, visando à otimização de recursos de produção, está a eficiência temporal das atividades (Lou et al. 2016). O fator tempo por sua vez, tem feito com que grandes companhias reduzam seus custos de ampla linha de produtos, expandindo seus segmentos de mercado e a sofisticação tecnológica de seus produtos (Guerreiro, 2012). O tempo para Helms e Etkin (2000), é equivalente a dinheiro, produtividade, qualidade e inovação.

Diversos autores têm citado os estudos de mapeamento de processos, aliados às ferramentas como os estudos de cronoanálise, como apropriados para a identificação de gargalos para posterior proposição de soluções para aumento da eficiência produtiva (Almeida, 2009; Pessotti, 2015). A cronoanálise é método que avalia e registra os tempos gasto com cada atividade em uma cadeia de processos. Com essa metodologia se torna possível identificar falhas no processo assim como oportunidades de melhorias na produtividade operacional.

A automação, no âmbito da crescente busca por eficiência e produtividade, representa uma inovação significativa nos processos laboratoriais. Conforme Al Naam et al. (2022) destacam, ela não apenas acelera as operações, mas também aumenta a precisão e confiabilidade dos resultados laboratoriais. Além disso, a automação abre novas possibilidades para a gestão de dados e análises complexas, permitindo que os laboratórios de sementes e as próprias empresas



sementeiras adotem abordagens mais sofisticadas, como a análise preditiva e modelagem de dados Silva Filho et al., 2023). Isso é particularmente importante em um setor onde a qualidade é determinante para o sucesso do negócio.

Haja vista a crescente demanda por aumento de produtividade esse trabalho teve como objetivo a partir do mapeamento de processos de um laboratório de sementes, identificar gargalos gerenciais e mensurar o efeito da adoção de uma ferramenta para a digitalização e automatização de processos.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em um laboratório de sementes da Embrapa Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas, Minas Gerais. O laboratório de sementes em estudo tem implementado e em funcionamento um sistema de gestão da qualidade (Netto et al., 2008). O LAS realiza suas atividades de ensaio orientado ao atendimento dos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 com foco na satisfação das necessidades de seus clientes e da autoridade certificadora (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA). O LAS é supervisionado pelo Laboratório Oficial de Análise de Sementes Supervisor (LASO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela Portaria n.º 196 de 27.12.1993. O laboratório está inserido em amplos programas de produção de sementes da Embrapa, credenciado para emissão de Boletins de Análises de Sementes para a certificação da Identidade e Qualidade de lotes derivados dos programas de melhoramento da empresa. Atualmente o laboratório não conta com sistemas informatizados especializado para gestão de documentos ou para integração de processos documentais e analíticos.

Nesse sentido, foi planejado e realizado o mapeamento dos processos do laboratório e elaborado fluxogramas visando conhecer e detectar pontos de riscos nos processos visando desenvolver internamente um processo automatizado de gestão. Para elaboração do fluxograma utilizou-se o Bizagi (versão 3.6), software que apresenta soluções para modelagem de processos em sintonia com conceitos da *Business Process Management* (BPM) e *Value Stream Mapping* (VSM - Mapeamento do Fluxo de Valor) (Ahmad; Van Looy, 2020). No mapeamento de fluxo, foram definidos dois macroprocessos do negócio um compreendendo a vertente de análises de sementes para controle interno e externo de qualidade na produção da empresa e outro voltado para ensaios experimentais voltados para pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologia



de sementes. Por meio da ferramenta de priorização hierárquicas multicritério (*Analytic Hierarchy Process – AHP*), foram elencados critérios baseados em recursos e entregas esperadas pelos stakeholders do negócio. Verificados os pontos críticos para oportunidade de melhoria na gestão do risco por meio de *script* desenvolvido em Python (não apresentado).

Em uma terceira etapa após o processo de mapeamento e priorização, iniciou-se um trabalho para melhoria do subprocesso elencado pela ferramenta de priorização. Após identificação das etapas e ranqueamento de prioridade para ações de melhoria de processos, foi estabelecido um plano de ação com o objetivo de gerar uma ferramenta de automação baseada em *Visual Basic for Applications (VBA)* visando ao aumento da efetividade do trabalho.

A ferramenta de otimização foi avaliada por meio do método de cronoanálise, de tempo e movimento, que consiste em mensurar ações em atividades de uma empresa avaliando o tempo utilizado em cada etapa com foco no processo de melhoria (Sotsek; Bonduelle, 2017). O estudo do processo crítico atual detectado do laboratório foi executado, realizando leitura dos procedimentos operacionais padrões já estabelecidos e normas que o laboratório deve atender.

Foram mensurados os tempos de cada atividade e etapas realizadas por 3 colaboradores que detinham treinamento registrado e autorização de operação no subprocesso a ser analisado. O estudo cronometrado compreendeu a entrada e preenchimento de 75 lotes de sementes distribuídos entre análises e reanálises para as culturas de Milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e soja (*Glycine max*). Ao todo, foram 5 remessas de sementes, contendo cada uma 15 lotes, que foram processados de forma manual e automatizado. A utilização de diferentes culturas, tipos de resultados (BAS ou controle interno) e análises ou reanálises deriva do fato que os lotes possuem características distintas entre si quanto aos tipos de ensaios (germinação, infestação e outros) a depender se é uma análise (primeira safra) ou reanálise (sementes armazenadas) ou se o cliente demanda mais ou menos ensaios. A amostragem buscou contemplar a realidade de nossa empresa sementeira.

O tempo de cada atividade foi cronometrado para as duas situações, com e sem o processo de automação e as médias de tempo dispendido calculadas e comparadas por meio de estatística descritiva.

O tempo normal das atividades foi calculado visando um rendimento de 80% dos colaboradores (tempo para descanso, alimentar, distrações, interrupções e outros) de acordo com a equação 1



$$TN = TM \times RENDIMIENTO (\%)/100$$

Eq. 1

Onde:

TN, Tempo normal (minutos)

TM, Tempo medido (minutos)

RENDIMENTO, definido do trabalho realizado em ritmo normal.

Em sequência à cronometragem das atividades e a determinação do tempo normal, procedeu-se ao cálculo do 'fator de eficiência' e do 'ganho de eficiência' para avaliar o impacto da automação. O Fator de Eficiência é calculado pela razão entre o tempo médio necessário para realizar uma atividade com automação e o tempo médio sem automação. Por sua vez, o Ganho de Eficiência é calculado pela diferença percentual entre o tempo sem automação e com automação, em relação ao tempo sem automação. Estas métricas foram determinadas da seguinte forma:

Eq. 2

Fator de Eficiência (FE):

$$FE = \text{Tempo médio sem automação} / \text{Tempo médio com automação}$$

Eq. 3

Ganho de Eficiência (%GE):

$$\%GE = (\text{Tempo médio sem automação} - \text{Tempo médio com automação}) / \text{Tempo médio sem automação} * 100$$

Os dados de tempo foram computados em segundos e verificadas os pressupostos pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene realizou-se análise de t utilizando o Python (numpy) para comparar os valores de tempo obtidos em cada etapa mapeada. Essa análise comparativa evidencia como a abordagem automatizada se alinha ou diverge das práticas existentes, proporcionando uma base teórica mais sólida para as conclusões.



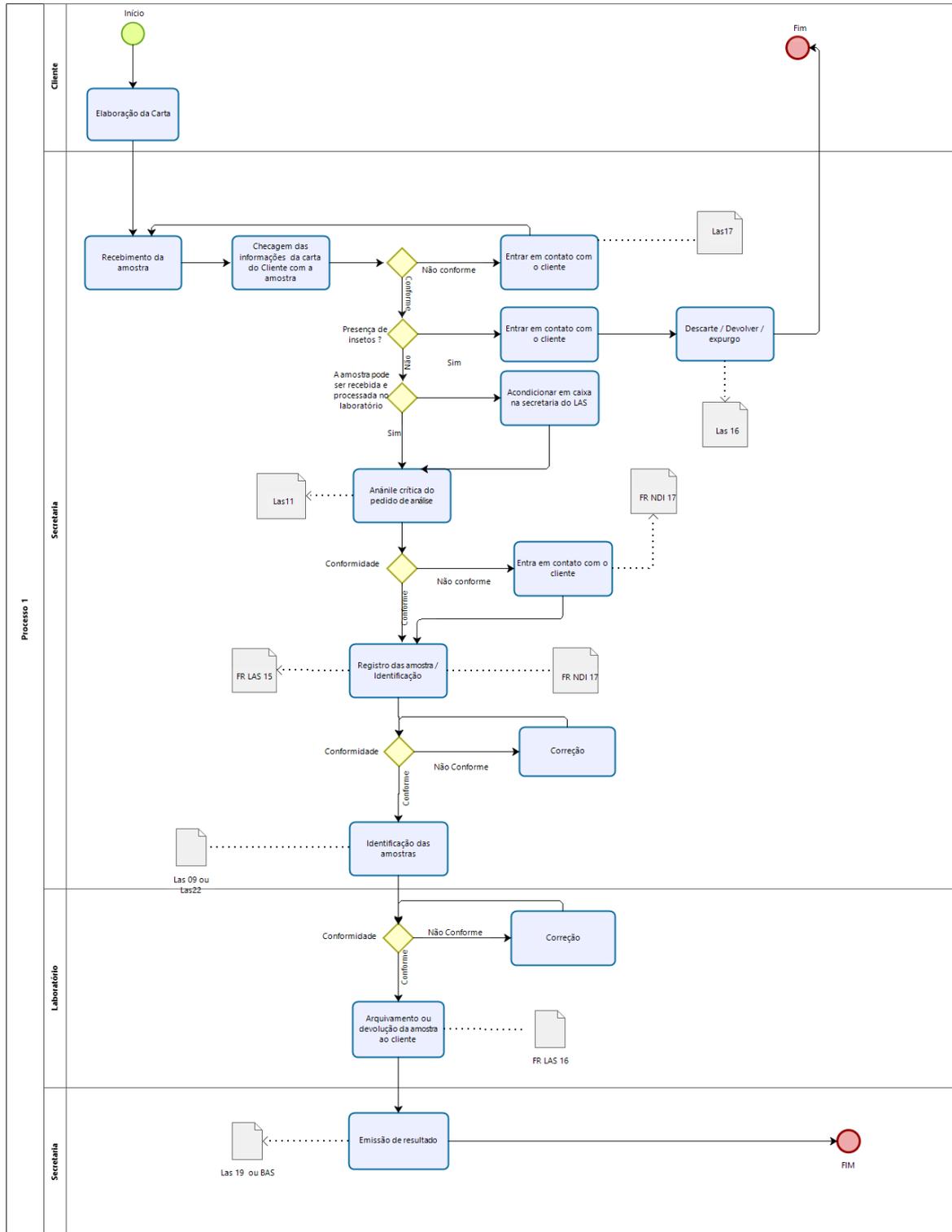
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO

O fluxograma ilustra o *layout* e fluxo das amostras de sementes a partir dos clientes até o principal produto (serviço) gerado pelo negócio, a emissão dos laudos (Figura 1). Foi observado que o laboratório apresenta em seu layout duas grandes partes, compreendendo: A secretaria do laboratório, onde ocorre o recebimento das amostras e emissão de documentos, inclusive resultados. Em anexo, há o escritório do Responsável Técnico do laboratório. E a área analítica do laboratório, local onde as análises nas amostras são realizadas. Os documentos pré-preenchidos, são gerados especialmente na secretaria e os laudos são emitidos para comprovar os atributos de qualidade das sementes (resultados de análises) ou além desses da identidade dos lotes (Boletim de análises de Sementes). Os resultados de análises atendem tanto à qualidade interna do programa de produção de sementes como das pesquisas realizadas pela empresa.



Figura 1 – Mapeamento do processo de análise de sementes do laboratório da Embrapa Milho e Sorgo.



Fonte: o autor.



Considerando a manutenção e melhoria do Sistema de gestão da qualidade do laboratório, as rotinas de gerenciamento de documentos ocupam a maior parte do macroprocesso do laboratório sendo identificada como o maior gargalo no processo durante o presente trabalho.

A priorização de ações de melhoria, realizada por meio da AHP nessa etapa, ocorreu pelo alto consumo de recursos (**critério 1**) (subcritérios, humano, tempo, financeiro, infraestrutura), baixa agregação do fator inovação (**critério 2**) (subcritérios: potencial parceria PP, impacto na fronteira do conhecimento, geração de ativos comerciais (softwares, cultivares, protótipos), geração de ativos não comerciais (paper, pré-ativos); treinamento de mão-de-obra (**critério 3**) (sub: clientes internos, clientes externos).

As etapas identificadas de recebimento e manuseio das amostras, foram: registro da amostra, elaboração de documentos como as Fichas de Registros das amostras e cliente. Ao total compõe o processo 7 Fichas de Registros do LAS (FR LAS):

FR LAS 09 Ficha Analítica.

FR LAS 22 Ficha Analítica II.

FR LAS 11 Análise crítica no ato do recebimento da amostra.

FR LAS 15 Registro de Entrada de Amostras de Identidade e Qualidade.

FR LAS 16 Registro de descarte de amostras de arquivo.

FR LAS 25 Carta de encaminhamento da amostra.

FR NDI 17 Atendimento ao cliente.

\*FR NDI – Ficha de Registro do Núcleo de Desenvolvimento Institucional.

Quanto aos POPs, verificou-se dois técnicos associados estavam correlacionados, o POP TEC LAS 10 - Recebimento e manuseio de amostra e POP TEC LAS 05 - Instruções de preenchimento e emissão de boletim de análise de sementes.

O POP TEC LAS 10 tem como OBJETIVO E APLICAÇÃO reger o recebimento e manuseio das amostras de sementes no LAS. Neste procedimento estão descritas as etapas para atendimento ao cliente feito na secretaria do LAS, análise crítica de pedidos, propostas e contrato e o manuseio das amostras no Laboratório. Por sua vez, o POP TEC LAS 05 instrui sobre o preenchimento dos resultados para emissão aos clientes (Brasil, 2010). Ambos foram reformulados posteriormente.

Foi verificado que não havia padronização nas cartas dos clientes, o que gerava retornos telefônicos repetidos para registro de informações necessárias. Clientes mais frequentes



adaptaram as cartas ao longo do tempo apresentando informações mínimas para a realização de análises e reanálises para emissão de laudos de resultados de qualidade ou BAS para o MAPA (qualidade e identidade). Há retrabalho na confecção das cartas, que preenchidas por email, ou Word/Excel, tinham que ser rescritas nos outros formulários na secretaria ou pelo cliente sempre que for enviar as amostras.

O processo de melhoria propôs a criação de uma ficha pré-preenchida, com informações obrigatórias para cada caso (resultados ou BAS), por espécie. Essa Carta do Cliente representou um formulário eletrônico, baseado em Excel, para compor o sistema de automação. Houve relato que clientes mais usuais ganharam tempo dessa forma, pois não precisavam mais preencher cartas manualmente.

Dessa forma, um modelo de carta de encaminhamento da amostra foi sugerido ao cliente (FR LAS 25 Carta de encaminhamento da amostra) visando automatizar e digitalizar o processo documental. Esse modelo em Excel contém campos de preenchimento obrigatório, se a amostra for representativa de um lote que será comercializado e será emitido um Boletim de Análise de Sementes (BAS). Há campos de preenchimento opcional, quando a amostra é para análise de sua qualidade, portanto é emitido um Resultado de Análise de Qualidade (FR LAS 19) (Figura 2).



Figura 2 – Orientação para preenchimento da FR LAS 25.

**Carta de Encaminhamento da Amostra**

1\_ Data: 25.02.2019  
2\_ Horário: 14 h 06 min  
3\_ Número do projeto: [ ] Emissão de Boletim de Análise [x] Resultado de Análise  
4\_ Resultado: [ ] Emissão de Boletim de Análise [x] Resultado de Análise  
5\_ Espécie: Milho (*Zea mays*)  
6\_ Quantidade de amostra: 12  
7\_ Procedência: Sete Lagoas  
8\_ Data de amostragem: 22.02.2019  
9\_ Solicitante: Em brapa SIN EN Sete Lagoas  
10\_ RENASEM do requerente: 9362006  
11\_ Inscrição Estadual: 67.224.1033.007  
12\_ Endereço: Rodovia MG 424, km 65  
13\_ Município: Sete Lagoas  
14\_ UF: MG  
15\_ CEP: 35701-970  
16\_ Telefone: (31) 3027-1306  
17\_ E-mail: amantino.nicolli@embrapa.br  
18\_ CNPJ / CPF: 00.348.003/0084-48  
19\_ Nome do amostrador: Pedro Paulo Cândido da Fonseca  
20\_ RENASEM do Amostrador: MG 05111/2010  
21\_ Análise / Reanálise: [ ] Análise [x] Reanálise  
22\_ Ensaio Solicitado: [x] Análise de Pureza [x] Teste de Germinação [ ] Peso de Mil Sementes [ ] Dano Mecânico [ ] Teste de Frio Modificado [ ] Verificação de Outras Culturas [ ] Determinação de Outras Sementes por Número (DOSN) [ ] Determinação do Grau de Umidade [ ] Peso hectolítico [x] Exame de Sementes Infestadas [ ] Teste de Envelhecimento Acelerado [ ] Primeira Leitura do Teste de Germinação [x] Emergência em Canteiro

Fonte: o autor.

O tempo dispendido com preenchimento de formulários na chegada e entrada da amostra no laboratório pela secretaria é regido pelo Procedimento Operacional Padrão (POP) Técnico 10 – Recebimento e manuseio das amostras. Visando contornar a dificuldade no preenchimento das Fichas de Registros preconizadas no sistema e atividades correlatas ao processo de recebimento de amostras, foram construídas planilhas contendo macros para automatizar o processo. Foi desenvolvido um código fonte em *Visual Basic for Applications* (VBA) para a otimização do tempo de recebimento e processamento das amostras.

Os formulários foram repassados para uma planilha de Excel, e, abaixo é apresentado uma parte do *script*, onde foi criado um *loop* para gerar *n* formulário, que variam de acordo com carta do cliente, assim sanar o problema com as duas etapas de maior demanda de tempo.

```
Public Sub DuplicateSheetMultipleTimes()  
Dim n As Integer  
Dim Cells As Range  
On Error Resume Next  
Sheets("FR LAS 25").Select  
n = Range("K6") - 1  
lin = 30  
i = 2
```



```
If n >= 1 Then
For numtimes = 1 To n
Sheets("FR LAS 15").Copy After:=ActiveWorkbook.Sheets(Worksheets.Count)
ActiveSheet.Name = "FR LAS 15 - " & i
i = i + 1
Next
End If
i = 2
If n >= 1 Then
For numtimes = 1 To n
Sheets("FR LAS 09").Copy After:=ActiveWorkbook.Sheets(Worksheets.Count)
ActiveSheet.Name = "FR LAS 09 - " & i
i = i + 1
Next
End If
Sheets("FR LAS 22").Move After:=Sheets(2 * n + 7)
Sheets("FR LAS 19").Move After:=Sheets(2 * n + 8)
Sheets("FR LAS 09").Move Before:=Sheets(n + 6)
End Sub
```

O código realiza preenchimento automático de 4 formulários com informações inseridas pelo cliente em formulário eletrônico próprio. A partir das informações inseridas, as demais fichas, são preenchidas automaticamente, quando, após conferência dos dados e ajustes menores, são impressas para uso e armazenamento.

Conforme discutido por Al Naam et al. (2022), a automação total nos laboratórios tem um impacto significativo, não apenas na eficiência operacional, mas também na força de trabalho e na dinâmica da gestão laboratorial. A adoção de sistemas automatizados não só melhora a precisão e a rapidez na análise de sementes, mas também libera recursos humanos para se concentrarem em tarefas mais complexas e estratégicas. Além disso, a automação permite uma melhor gestão dos dados, facilitando o rastreamento e a análise de informações críticas para a tomada de decisões. Portanto, a integração da automação no processo de mapeamento e análise



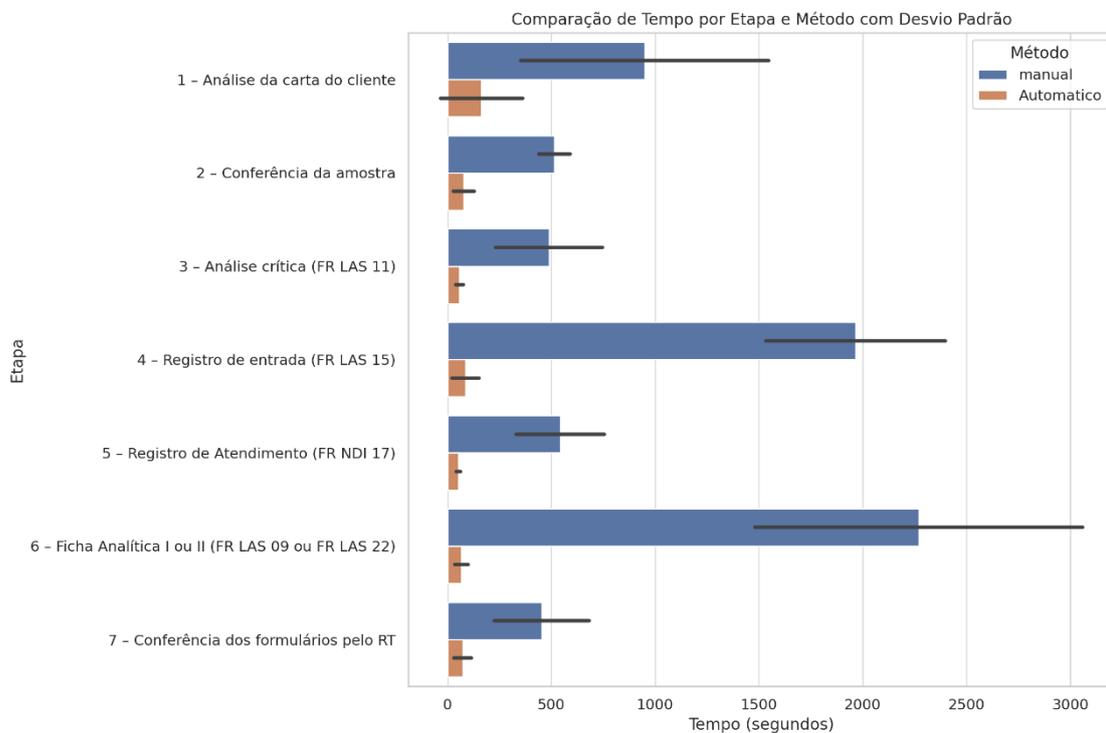
laboratorial representa um passo essencial na direção de uma operação mais ágil, eficiente e adaptável às demandas do mercado de sementes.

### 3.2 CRONOANÁLISE

O processo de recebimento e análise das amostras no laboratório foi dividido em sete (7) etapas. Primeiramente, ocorre o preenchimento completo da carta do cliente (etapa 1), seguido de uma conferência visual e análise crítica da amostra (etapa 2). A terceira etapa (etapa 3) envolve uma análise crítica no ato do recebimento da amostra, conforme o formulário FR LAS 11. Em seguida, procede-se ao registro de entrada da amostra de identidade e qualidade ou apenas de qualidade, como indicado no FR LAS 15 (etapa 4). A quinta etapa (etapa 5) é o preenchimento do Registro de Atendimento ao cliente, segundo o FR NDI 17. Após isso, na sexta etapa (etapa 6), preenche-se a Ficha Analítica I ou II, com base no FR LAS 09 ou FR LAS 22. A sétima etapa (etapa 7) compreende a conferência dos formulários, incluindo a assinatura pelo responsável técnico e o encaminhamento ou armazenamento destes. Abaixo os tempos mensurados para cada etapa pelos dois métodos. Verificou-se efeito significativo para todas as etapas analisadas (Figura 3). Observamos diferenças significativas nos tempos médios por amostra entre os métodos manual e automático. Em geral, o método automático mostrou-se mais rápido em quase todas as etapas analisadas, indicando uma melhoria na eficiência com a automação.



Figura 3 - Tempos de execução no processo de recebimento de amostras de sementes no laboratório de análise por meio manual e automatizada



Etapa	Teste estatístico	P-valor
Carta do cliente	Mann-Whitney U	0.0317
Conferência da amostra	t de Student	0.000049
Análise crítica	t de Student	0.0215
Registro da amostra	Mann-Whitney U	0.0159
Registro de atendimento	t de Student	0.0049
Gerar ficha analítica	t de Student	0.0017
Conferência documentos	t de Student	0.0232

Fonte: o autor.

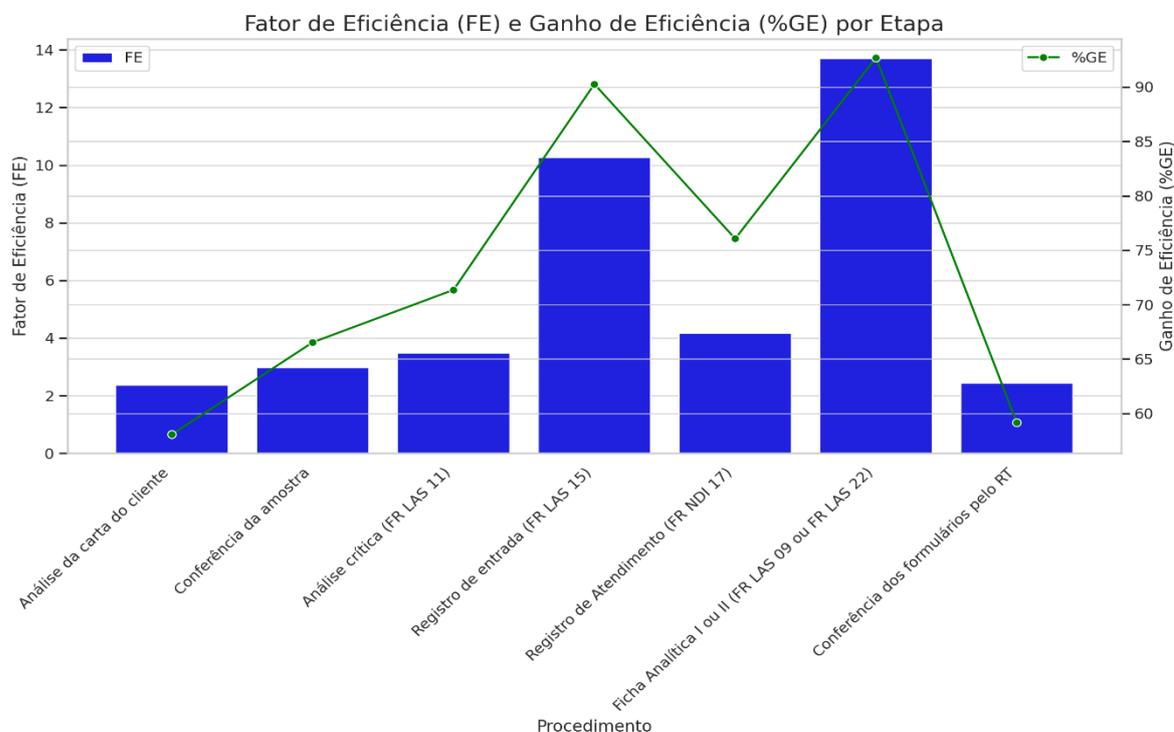
Todo o processo manual demandou um total de nove horas, vinte e um minutos e trinta e nove segundos para ser realizado (09:21:39), que comparado com o método automático, foi de apenas 1 hora, 51 minutos e 38 segundos, uma diferença aproximada de sete horas e 30 minutos. Esse incremento de eficiência representa praticamente uma economia de um dia de trabalho ao mês. No sistema manual e tradicional, a maior demanda de ocorre nas etapas de preenchimento das fichas individuais, ou seja, em que é necessária uma ficha por lote de sementes nas Fichas Analíticas I ou II (FR LAS 09 ou FR LAS 22) e Registro de entrada (FR LAS 15), que representou



um gasto de 142 e 123 segundos respectivamente. O sistema automático, por sua vez, gerou maior demanda de tempo na edição da carta do cliente (FR LAS 25), que alimenta originalmente os dados para as demais fichas, com um tempo de 25,2 segundos por lote (28.3% do total de tempo dispendido para todo o processo, que foi de 89,3 segundos por lote).

No modo automático, o preenchimento das fichas analíticas de registro utilizadas no laboratório, representaram a antepenúltima posição, o que conferiu o maior fator de eficiência das etapas, com 13,7 (Figura 4).

Figura 4 – Fator (FE) e ganho de eficiência (%GE) do processo digital em relação ao processo manual.



Fonte: o autor.

O Fator de Eficiência é calculado usando o tempo médio total de execução de todas as etapas no método manual dividido pelo tempo médio total de execução de todas as etapas no método automatizado. Fator de Eficiência global, considerando todas as etapas foi de aproximadamente 5.1. Este valor indica que, em média, o tempo necessário para completar uma etapa usando o método manual é cerca de 5,1 vezes maior que o tempo necessário usando o método automatizado.

Isso se deve que para essas etapas, cada amostra gera uma ficha de registro, que deve ser preenchida com dados similares aos de outros lotes de sementes a serem analisados (cultura,



categoria, data de recebimento, análises e etc), mudando apenas algumas características do lote (cultivar, lote, código da amostra e etc. A depender do que o cliente solicitar nas FR LAS 09 vários campos deveriam ser fechados manualmente, o que já é feito automaticamente pelo sistema, o que gera economia de tempo, como menor risco de erros de preenchimento e que são consideradas no sistema de gestão da qualidade, ações de Não Conformidades, que geram mais ações apontamentos correlatos para serem tratados e apontamentos em auditorias.

Agrega-se ainda como benefício não mensurado, o menor esforço e tempo alocado para conferir registros, libera atenção para as etapas dentro da área analítica, diminuindo as chances de erros na parte técnica.

Ao se analisar o Ganho de Eficiência (%GE), calculado como a diferença percentual entre o tempo médio total das etapas no método manual e no automatizado, em relação ao tempo médio total do método manual, verificou-se um valor global aproximado de 80.1%. Isso significa que, em termos de tempo, o método automatizado é cerca de 80.1% mais eficiente que o método manual.

Estas métricas destacam a eficiência significativa do método automatizado em comparação com o manual, tanto em termos de redução do tempo médio necessário para completar as etapas quanto na porcentagem de ganho de eficiência. Isso sugere que a automação tem um impacto positivo substancial na eficiência operacional do processo analisado.

Verifica-se que os Estados Unidos têm uma produtividade seis vezes maior que a do Brasil (Velooso et al., 2017), e os autores demonstram que o setor agropecuário é o menos produtivo nacionalmente, e que isso pode ter relação com as fronteiras tecnológicas que o Brasil enfrenta. Se comparado às médias dos países componentes do Socio Economic Accounts (SEA) a produtividade do Brasil é três vezes menor que destes. Nesse sentido, a automação de processos torna-se fator preponderante para os negócios agropecuários.

Salienta-se ainda, que no Brasil a realidade de diversos empreendimento, especialmente das pequenas empresas e alguns setores é de escassez de informações e adoção de práticas modernas da administração. Poucas empresas possuem mapeamentos dos seus processos, estimando-se que menos de 20% das empresas classificadas como micro e pequenas empresas utilizam a ferramenta (Shoeffel, 2010). A ausência de informações de qualidade não permite que gestores mensurem importantes atributos de seus negócios, e dessa forma, a prática da gestão



efetiva fica comprometida, por não haver embasamento em dados, fatos e evidências obtidos a partir de métricas confiáveis.

Pode-se ressaltar também, que o processo é de digitalização permite que as diversas anotações manuais passem a ser digitais, permitindo que pesquisadores tenham acesso a mais dados gerados no laboratório que antes não estavam prontamente disponíveis, e de forma mais rápida e confiável.

#### 4 CONSIDERAÇÕES

A proposta apresentada no trabalho representa uma abordagem metodológica viável e prática para a gestão de riscos e oportunidade em um laboratório de sementes visando à melhoria de processos. O sistema foi validado e adequado para compor o sistema de gestão da qualidade do laboratório regido pela ISO 17025/2017.

A proposta é da realização do mapeamento dos processos, aplicação de uma análise multicritério para hierarquizar pontos críticos de ineficiência, a realização de estudos comparativos de uso eficiente de recursos (tempos e movimentos) e a digitalização e automação de geração de documentos por meio de scripts computacionais baixo custo.

A nova rotina proposta e aplicada, comprova que a automação promovm elevada melhoria na produtividade do processo de recebimento de amostras, análise e emissão de resultados do laboratório, viabilizando o aumento na demanda e proporcionando melhorias na satisfação dos clientes.

Este estudo, embora informativo, possui limitações. Por ser um estudo de caso, os resultados podem não ser totalmente generalizáveis para outros laboratórios de sementes com diferentes configurações ou recursos. Futuras pesquisas poderiam explorar desenvolvimento de plataformas abertas, integradas às demais atividades na produção de sementes, de forma alinhada ao arcabouço legal e normativo brasileiro visando ampliar a aplicabilidade do modelo adotado por nós.

O aumento de eficiência foi de 80,1% gerando uma economia de tempo significativa para o processo. A digitalização promove transformações significativas sobre a gestão de dados oportunizando abordagens mais inovadoras com a disponibilização de dados para análises mais assertivas.



## REFERÊNCIAS

Aguilar-Saven, R.S. Business Process Modelling: Review and Framework. *International Journal of Production Economics*, 90, 129-149 2004. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00102-6)

Al Naam, Y. A. et al. The Impact of Total Automaton on the Clinical Laboratory Workforce: A Case Study. *Journal of Healthcare Leadership*, v. 14, p. 55-62, 9 maio 2022. DOI: 10.2147/JHL.S362614.

Almeida, B. F. O.; Método da elaboração da folha de processos em sistemas de manufatura. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009. 42 f.: il. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009\\_1\\_Bruno-Fernandes.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009_1_Bruno-Fernandes.pdf)> Acessado em: 11 novembro 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 40, de 30 de novembro de 2010. Aprova os Modelos de Boletim de Análise de Sementes para fins de identificação, certificação e fiscalização, bem como instruções para o seu preenchimento, na forma dos Anexos I a V da presente Instrução Normativa. *Diário Oficial da [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 01 dez. 2010. Seção 1, p.

Guerreiro, R. Soutes, O. D.; Práticas de gestão baseada no tempo: um estudo em empresas no Brasil, *Rev. contab. finanç.* Vol.24 no.63 São Paulo Sept./Dec.2013. Doi:10.1590/S1519-70772013000300002.

Hammer, M.; Champy, J. *Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

Helms, M. M., & Ettkin, L. P. (2000). Time-based competitiveness: a strategic perspective. *Competitiveness Review*, 10 (2), 1.

Jensen, K. et al. Improving Turnaround Times through a Process Improvement Initiative Involving Barcoding, Floorplans, Dual Measuring Cells, Chemistry Analyzers, and Staff Shifts. *Journal of Applied Laboratory Medicine*, [S.l.], v. 4, n. 3, p. 311-322, nov. 2019. DOI: 10.1373/jalm.2018.028555. Disponível em: <https://academic.oup.com/jalm>.

Junqueira, R. A.R., & Morabito, R. (2006). Um modelo de otimização linear para o planejamento agregado da produção e logística de sementes de milho. *Production*, 16(3), 510-525. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132006000300012>

Lopes, J. A.; O relacionamento cooperante indústria e gestão da qualidade no segmento de produção de sementes de milho. 2019. 163 f., Dissertação (Mestrado em Agronegócios) — Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

Lou, A. H. et al. Evaluation of the impact of a total automation system in a large core laboratory on turnaround time. *Clinical Biochemistry*, v. 49, n. 16–17, p. 1254-1258, nov. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2016.08.018>



MAPA – Ministério da Agricultura. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acessado em 12 de novembro 2019.

Marcos-Filho, J. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective, *Scientia Agricola*, Vol 72. no 4. 2015. doi: 10.1590/0103-9016-2015-0007

Moreano, T.B. et al. Evolution of the physical and physiological quality of soybean seeds during processing. *J. Seed Sci.* Vol 40. no 3. 2018. doi: 10.1590/2317-1545v40n3198414

Mourão, G. G. O. Gestão de processos do negócio: um estudo de BPM em processos de exportação. 2017. 131 f., Dissertação (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Fluminense, Rio das Ostras, 2017.

Neto, J. B. F.; Krzyzanowski, F. C.; Henning, A. A.; Pádua, G. P.; Lorini, I.; Henning, F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Documentos 380 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, ISSN 2176-2937 Dezembro, 2016.

Netto, D. A. Mendes, M. D. L.; Coelho, R. R.; Ribeiro, P. E. A.; Marion, M. L. P.; Acreditação do Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Milho e Sorgo pela ISO/IEC 17025:2005 e obtenção do Renasem. Comunicado técnico: EMBRAPA, dez, 2009. Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/download/Acreditacao\\_Ensaio\\_Laborat.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/download/Acreditacao_Ensaio_Laborat.pdf)> Acesso em: 11 novembro 2019.

Pessotti, R. Q.; Chagas, T. S.; Morte, J. A. B.; Aplicação da cronoanálise e de ferramentas da qualidade como meio para aumento da produtividade em uma empresa do ramo moveleiro. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

Rifna, E.J. et al. Emerging technology applications for improving seed germination. *Trends in Food Science and Technology*. Vol 86. 2019. doi: 10.1016/j.tifs.2019.02.029

Rupp N, Ries R, Wienbruch R, Zuchner T. Can I benefit from laboratory automation? A decision aid for the successful introduction of laboratory automation. *Anal Bioanal Chem.* 2023 Nov 30. doi: 10.1007/s00216-023-05038

Shoeffel, P.; Caracterização de empresas de desenvolvimento de Santa Catarina Referente à melhoria de processos de Software. 2010. 228 f., Dissertação (Mestre em Computação Aplicada) – Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, 2010.

Silva Filho, J. L. Da; Santos, M.; Marcatti, G. E.; Resende, R. T. Pesquisa Operacional. In: Resende, R. T.; Brondani, C. (Eds.). *Melhoramento de Precisão: Aplicações e Perspectivas na Genética de Plantas*. Brasília, DF: Embrapa, 2023. p. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1155985/1/36769.pdf>

Soares Neto, S. E. R.; Percepção Do Setor Produtivo Da Região De Rondonópolis – Mt Sobre A Importância Do Uso De Sementes De Soja De Alta Qualidade. 2016. 30f. Dissertação (Mestrado)



- Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Sotsek, Nicolle Christine; Bonduelle, Ghislaine Miranda. Melhorias em uma empresa de embalagens de madeira através da utilização da cronoanálise e rearranjo de layout. Floresta, [S.l.], v. 46, n. 4, p. 519-530, jan. 2017. ISSN 1982-4688. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/37886>>. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i4.37886>.

Veloso, F.; Matos, S.; Ferreira, P. C.; Coelho, B.; O Brasil em Comparações Internacionais de Produtividade: Uma Análise Setorial. Disponível em <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/24869>> Acessado 11 de novembro 2019.

Zaidi, S. S. et al. New plant breeding technologies for food security, Science, Vol 363. no 6434. American Association for the Advancement of Science. 2019. doi: 10.1126/science.aav6316

Zorato, M., F. SeedNews. 2023. Disponível em <https://seednews.com.br/artigos/4285-os-laboratorios-de-sementes-crescem-por-todo-o-brasil-edicao-setembro-2023>