



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Larissa Ane Hora de Souza

**IMPLANTAÇÃO DE PROCESSOS BPM – *BUSINESS PROCESS MANAGEMENT*
EM UMA MICROEMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS**

Delmiro Gouveia/AL

2019



LARISSA ANE HORA DE SOUZA

**IMPLANTAÇÃO DE PROCESSOS BPM – *BUSINESS PROCESS MANAGEMENT*
EM UMA MICROEMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Msc. Victor Diogho Heuer de Carvalho.

Delmiro Gouveia/AL

2019

**Catálogo na fonte Universidade
Federal de Alagoas Biblioteca do
Campus Sertão Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza – CRB-4/2209

S729i Souza, Larissa Ane Hora de

Implantação de processo BPM – *Business Process Management* em
uma empresa prestadora de serviços / Larissa Ane Hora de Souza. –
2019.

93 f. : il.

Orientação: Prof. Me. Víctor Diogho Heuer de Carvalho.

Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de
Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2019.

1. Análise de processos. 2. Gestão de processos. 3. *Business Pro-
cess Management* – BPM. 4. Pesquisa operacional. 5. Gamificação. I.
Título.

CDU: 658.511.3

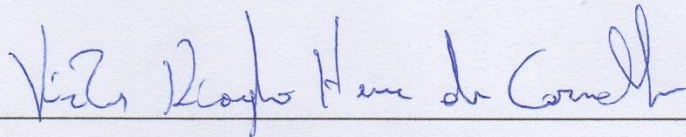
Larissa Ane Hora de Souza

IMPLANTAÇÃO DE PROCESSOS BPM – *BUSINESS PROCESS MANAGEMENT* EM UMA MICROEMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS

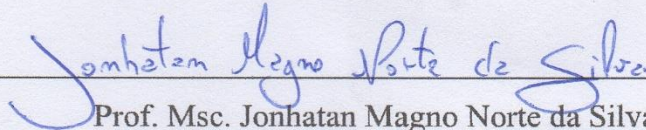
Trabalho de conclusão de curso, apresentado a Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, como parte das exigências para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Delmiro Gouveia, 05 de Junho de 2019

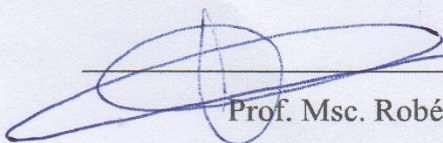
BANCA EXAMINADORA



Prof. Msc. Victor Diogho Heuer de Carvalho



Prof. Msc. Jonhatan Magno Norte da Silva



Prof. Msc. Robério José Rogério dos Santos

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, devo o maior dos meus agradecimentos à Deus, por estar sempre a frente dos acontecimentos e desafios que me proporcionaram finalizar este trabalho.

À minha estimada família, a começar por Luciene Hora, minha mãe, que me deu todo apoio, carinho e dedicação para superar os momentos de cansaço, ao meu pai, José Cláudio, por me ensinar a ser paciente e determinada, à minha irmã, Claudia Agnes, por estar sempre de prontidão e ter sempre a ação de me ajudar no que for preciso e ao meu cunhado, Wellington Frank, por ter por mim a confiança e o apreço de um irmão. A todos vocês agradeço o amor incondicional e dedico todos os meus esforços, nesta e em outras conquistas.

Ao meu companheiro, Igor Davi, agradeço de forma especial por estar ao meu lado sempre com atitudes e palavras estimulantes e positivas. Por ter acreditado em mim a ponto de permitir que eu agregasse a minha ideia à sua empresa, ter confiado nas ações e ido até o final do desafio junto comigo. Demonstro ainda gratidão por outras situações ao longo da graduação, em que agiu de forma otimista e cooperou para que hoje possamos ser melhores e buscando por mais união.

Presto agradecimento aos membros da Vetor Jr, Ailton Luíz, Aparecida Letícia, Claudemirson Lima, Deividson Fernandes, Edson Victor, Higor Vinícius, Fabrício Miranda, Ísis Cavalcante, João Paulo Machado, Letícia Oliveira, Matheus Guabiraba, Ozeas Ferreira, Paulo Henrique, Raíssa Alves, Raquel Maria, Rômulo Serafim, Thiago Otaviano e a minha sempre parceira de diretoria Júlia Machado, com quem pude contar com a amizade e prestatividade em inúmeras circunstâncias tanto na Empresa Júnior quanto na formação. A Reginaldo Farias, a quem devo muita lealdade e tanto me orgulho, meus agradecimentos. Vocês são a minha família dentro da universidade, me ensinaram muito sobre responsabilidade e comprometimento, espero tê-los por perto em outras oportunidades.

Aproveito o ensejo, para demonstrar gratidão ao meu coorientador, Jonhatan Magno, também professor tutor da Vetor Jr, e que me concedeu valiosos conhecimentos para que este trabalho pudesse se concluir. Obrigada por ser um profissional inspirador que exerce a servidão como prioridade, estando sempre disposto a dar o melhor de si pela formação de seus alunos.

Aos meus amigos que não estiveram em minha graduação, mas me acompanharam durante toda vida, gostaria de agradecer pela paciência e amizade, pois mesmo diante de tanta

ausência sei que minha felicidade também é a felicidade de vocês, em especial Erika Nataly, Eylin Nataly, Flávia Almeida, Franciele Rodrigues e Jamile Andresa. Saber que sempre tive o apoio de vocês faz toda diferença, que nossa caminhada seja ainda mais longa e próspera.

Agradeço aos colaboradores da escola de música alvo deste trabalho, Carolina Alexandra, Djhon Queiroz, Eduardo Augusto, Eloyra Melo, Gildo Mendes, Lorena Feitosa, Mário Magno, Patrícia Assis e Tatiane Queiroz por terem se disponibilizado e contribuído para a execução da metodologia. Sem que vocês tivessem se doado, os resultados não seriam os mesmos.

Ao meu orientador, Victor Heuer, dedico agradecimento particular por todo conhecimento compartilhado a partir das orientações. Para este trabalho, se mostrou solícito a todas as dúvidas e colaborou com profissionalismo e exatidão para o andamento da pesquisa. E em outros momentos da graduação também somou com contribuições que nortearam as minhas escolhas enquanto futura profissional da área.

A todos que por ventura não foram mencionados neste texto, mas que participaram de forma direta ou indireta para a conclusão desta etapa, deixo meus agradecimentos.

RESUMO

O gerenciamento de processos de negócio é um conjunto de metodologias que oferece suporte à gestão, permitindo a definição e medição do desempenho da estratégia organizacional. Existem muitos desafios associados ao processo de mudanças de uma empresa que decide incorporar a gestão por processos de negócios. O objetivo desta pesquisa foi a implementação do *Business Process Management* – BPM em uma microempresa prestadora de serviços na área da educação e avaliar os impactos causados pela transformação. O trabalho demonstra a utilização de metodologias que auxiliam a gestão de mudanças, de modo que durante o momento de transição a empresa se resguarde nos ambientes financeiro e pessoal. Para isso, foram agregadas outras metodologias de apoio a gestão tais como a pesquisa operacional e a gamificação, com o propósito de otimizar os lucros da organização ao passo que ocorriam os processos de treinamento, elaboração e incorporação das novas rotinas de trabalho. Com o término do período de implementação da proposta, concluiu-se que as metodologias atuaram com eficácia, possibilitando o conhecimento de que é possível fazer o uso de modelos matemáticos e games para o planejamento de mudanças organizacionais, já que a empresa foi capaz de permanecer estatisticamente próxima ao cenário ótimo de lucro e adquiriu habilidades necessárias para implantar os novos processos em sua maioria. Os resultados coletados se fazem relevantes tanto para organização quanto para o meio acadêmico nas áreas de processos de serviços, pesquisa operacional e *gamification*, abrindo possibilidades para novas pesquisas nestes campos de estudo.

Palavras-chave: BPM, Gestão de Mudanças, Pesquisa Operacional.

ABSTRACT

The business management process is a group of methodologies that offers support to the management of an organization. The value of planning a changing process with the goal of potentialize the performance and the good practice experience of a business increase the level of maturity of the company, making possible that his competitiveness and longevity be maintained, against the variations and instability of the market. The goal of this research was the implementation of the *Business Process Management* – BPM in a micro company that provides service in the education area and evaluate the impacts caused by this transformation. For this, the change was planned by adding others methodologies of management support such the Operational Research and the Gamification, with the purpose of optimize the profit of the company while the process of training, elaboration and incorporation of the new work routines were occurring. With the end of the purpose implementation time, it was concluded that the methodologies was effective to the process, once the company was able to statistically maintain close to the greatest profit scenario and acquired the required abilities to implement the majority of the new process, according to what was purposed by the study. The collected results are relevant both for the organization and for the academic environment, opening new studies and research possibilities in the areas of interest described by this work.

Keyword: BPM, Change Management, Operational Research.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: ciclo de vida BPM.....	31
Figura 2: processo de gestão de mudança.	47
Figura 3: processo metodológico.....	54
Figura 4: estrutura física <i>Fuzza Game</i>	65
Figura 5: Grafo de transição de estados da cadeia de Markov.	71
Figura 6: modelo do processo de plano escolar.....	76
Figura 7: modelo do processo de plano de ensino.....	77
Figura 8: acompanhamento da quantidade de alunos.....	89
Figura 9: resultado geral do teste para alunos.	89
Figura 10: acompanhamento da capacidade de carga horária.	90
Figura 11: resultado geral do teste para carga horária.....	90
Figura 12: acompanhamento da margem de lucro.....	91
Figura 13: resultado geral do teste para margem de lucro.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: eficiência, eficácia e efetividade.....	24
Quadro 2: competência das escolas eficazes.	25
Quadro 3: definições de processos.	28
Quadro 4: as ondas da gestão por processos.....	30
Quadro 5: informações BPMN.	33
Quadro 6: objetos de fluxo - BPMN.....	34
Quadro 7: objetos de Fluxo - BPMN. (continuação).....	35
Quadro 8: modelos e aplicações da Pesquisa Operacional.....	37
Quadro 9: terminologia do modelo linear.	39
Quadro 10: categorias de classificação dos <i>serious games</i>	50
Quadro 11: pontos a explicitar ao longo das etapas de uma DSR.....	53
Quadro 12: estruturas de equipes do <i>game</i>	64
Quadro 13: desafios das equipes para o <i>game</i>	66
Quadro 14: matriz P de trajetórias de Markov.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: relação entre gerações e itens tecnológicos.	49
Tabela 2: cálculo da capacidade disponível.	60
Tabela 3: resultado da PLI.	67
Tabela 4: análise de sensibilidade dos resultados.	68
Tabela 5: comparativo entre testes.	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: relação de quantidades de turmas.....	61
Gráfico 2: avanços das variáveis com a função objetivo.	69
Gráfico 3: acompanhamento das atividades com gráfico de Gantt.	75

LISTA DE ABREVIATURAS

ABPMP	<i>Association of Business Process Management Professionals</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMI	<i>Business Process Management Initiative</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling and Notation</i>
CBOK	<i>Commom Body of Knowledge</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LINDO	<i>Linear, Interactive, and Discrete Optimizer</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Can, Act</i>
PLI	Programação Linear Inteira
PO	Pesquisa Operacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa.....	18
1.2	Problema de Pesquisa	19
2	OBJETIVOS DA PESQUISA	20
2.1	Objetivo Geral.....	20
2.2	Objetivos Específicos	20
2.3	Estrutura do Trabalho	20
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	Gestão Escolar	22
3.2	Eficácia Escolar.....	23
3.3	Educação Musical	26
3.3.1	Escolas de Música	27
3.4	Processos	27
3.4.1	Conceito de Processos	27
3.4.2	Gestão de Processos	29
3.5	<i>Business Process Management – BPM</i>	29
3.5.1	Ciclo de Vida BPM	31
3.5.2	<i>Business Process Model and Notation – BPMN</i>	32
3.6	Pesquisa Operacional	36
3.6.1	Metodologias Determinísticas	38
3.6.1.1	Programação Linear Inteira	38
3.6.1.2	O Modelo de Programação Linear	38
3.6.1.3	O Modelo de Programação Linear Inteira	40
3.6.2	Métodos Probabilísticos/Estocásticos.....	40
3.6.2.1	Cadeias de Markov	40
3.6.2.2	Entropia de Shannon	42

3.6.2.3	A Entropia das Trajetórias de Markov	44
3.7	Gestão de Mudanças	46
3.7.1	Gamificação	48
3.7.2	Games em Ambientes Organizacionais	50
4	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	51
4.1	Metodologia	51
4.1.1	Caracterização do Estudo	51
4.1.2	Delineamento da Pesquisa	52
4.1.3	Meios e Procedimentos	54
4.1.4	Universo da Pesquisa	56
4.1.5	Processo de Análise Estatística	56
4.1.5.1	Teste de Hipóteses de Kruskal-Wallis	57
4.1.5.2	A Entropia Associada às Trajetórias	58
4.2	Implementação de Processos BPM	58
4.2.1	Ambiente Organizacional	58
4.2.2	Análise do Estado Inicial da Organização	59
4.2.3	Planejamento das Mudanças	61
4.2.4	Implementação das Mudanças	66
4.3	Interpretação dos Resultados	67
4.3.1	Análise de Resultados da Programação Linear Inteira	67
4.3.2	Análise de Resultados da Implementação de Processos BPM	70
5	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS	78
5.1	Limitações do Estudo	79
5.2	Trabalhos Futuros	80
	REFERÊNCIA	81
	APÊNDICE A – Cálculo da Entropia das Trajetórias	85
	APÊNDICE B – Resultado do Teste de Hipóteses de Kruskal-Wallis	89

1 INTRODUÇÃO

A escola exerce, mesmo que não plenamente, um papel fundamental no desenvolvimento físico, artístico, intelectual, moral e social de seus alunos (MARTINS; CHACON, 2018). Ambientes que proporcionam o ensino e aprendizagem são organizações complexas, formadas por uma série de processos e seus atores, com finalidade de proporcionar conhecimento de maneira uniforme e garantir qualidade àqueles que se submetem a aprendizagem e segundo Araújo (2015) “dentro do universo escolar, uma das preocupações é pensar novas estratégias para atender às demandas do processo de aprendizagem e às suas dificuldades”.

Estruturar uma cadeia de processos, que assegure equilíbrio de entregas e satisfação expectativas, proporcionará à empresa maior imponentia e competitividade no mercado. Para Carvalho e Souza (2010), os processos existem para entregar valor aos clientes e não existem de forma isolada de modo que pertencem a um “ecossistema multifacetado e não são compostos apenas de sequências de atividades simples”. Outro resultado desta ação é a clara definição quanto à execução de atividades, facilitando monitoramento do desempenho de maneira efetiva, sem prejudicar a fluidez no negócio. É nesta perspectiva que a implementação da disciplina *Business Process Management* (BPM) vem ganhando espaço em variados tipos de organizações, independente do porte ou tecnologia que às caracterizam.

O BPM, também entendido como Gerenciamento de Processos de Negócios, constitui um conjunto de capacidades de negócio que abrange desenhar, implementar, monitorar, controlar e melhorar continuamente processos de negócio ABPMP (2013). A aplicação dessas capacidades submete empresas à uma jornada em busca de alinhamento estratégico e operacional. O propósito desta mudança é permitir autonomia, produtividade e resiliência de processos requeridos para o bom posicionamento de mercado prospectado pelo empreendimento.

Em busca de capacitar as organizações, o BPM utiliza orientações para aderência de princípios e práticas sobre gerenciamento de recursos, no entanto, não há prescrição de quaisquer metodologias de aplicação.

A BPM é constituída por um conjunto de teorias, conceitos, práticas e artefatos tecnológicos que, de diferentes formas, oferece suporte ao objetivo de

gerenciamento dos processos de negócios e de efetividade na implementação das estratégias empresariais (LADEIRA, *et al.*, 2012).

Carvalho e Souza (2010) colocam que a organização passa a ter uma visão holística tanto de questões externas quanto de questões internas: identificação de perdas, redução de tempo do ciclo, simplificação de regras, a partir do conhecimento de sua cadeia de processos, cabendo a estas desenvolverem seus próprios meios de atingir os resultados da disciplina. Seguir a lógica de mapeamento do ciclo PDCA, ou seja, planejamento, execução, verificação e ação sob falhas, é um norteador sobre a composição do chamado Ciclo de Vida BPM, que se adequará em acordo com o contexto de relevância para cada iniciativa.

Este trabalho compreenderá a aplicação de quatro das cinco etapas de um Ciclo de Vida BPM sendo elas: planejamento, análise, desenho e implementação dos processos em uma microempresa prestadora de serviços na área de educação musical. A etapa de monitoramento de processos não será tratada neste documento e poderá ser conteúdo para outra pesquisa.

A etapa de planejamento tem por objetivo conhecer o estado atual da organização, “sem este conhecimento qualquer proposta de melhoria pode ser um erro e ainda piorar o cenário atual” (CAPOTE, 2012, p. 145). Após descrição de ambientes e concepção da estratégia organizacional, o planejamento deverá ser executado visando obter de resultados previstos em metas. A fase seguinte, de análise, se dá por entender como os processos já cumpridos pela empresa correspondem ao plano anteriormente mencionado.

O registro e concepção do estado futuro da organização se obtém na etapa de desenho de processos. Em grau comparativo, estes podem ser interpretados também como metas de gerenciamento, e permitem vislumbrar o ponto de chegada da incorporação de hábitos diferentes. A fase de implementação traz acentuação à mudança de rotinas. Segundo a ABPMP (2013), é previsto que a equipe enfrente momentos de vulnerabilidade e incertezas quanto às novas práticas, em decorrência disto, se emprega mais robustez a metodologia de transição, a fim de estabilizar o período entre estado atual e futuro.

Semelhante a fase *Check* do Ciclo PDCA, está a etapa de monitoramento de processos. O acompanhamento permite tanto a obtenção de *feedback* sobre devido a execução dos planos de ações quanto a mensuração de todos os resultados adquiridos. Esta apuração deverá expor a relação de impacto entre o que foi planejado e realizado, finalizando a compreensão deste estudo de caso.

A elaboração do planejamento e execução da implementação são pontos críticos ao sucesso do ciclo trabalhado. Ambos cenários exigem da liderança maior aptidão quanto às tomadas de decisões e melhor condução da equipe, diante dos desafios compartilhados (ABPMP, 2013).

Neste caso, o auxílio da Pesquisa Operacional e da Gamificação são componentes metodológicas para incorporação do BPM a escola de música. A primeira proporcionará técnicas quanto ao entendimento dos problemas e estruturação de soluções à organização, agindo como suporte ao planejamento. Já a segunda, fica responsável por treinar e alinhar os colaboradores à nova realidade, atuando como elemento de estratégia para atenuar as mudanças e estimular produtividade, segundo Cherry (2012) a gamificação é uma ferramenta capaz de aumentar o engajamento de colaboradores, possibilitando que o trabalho seja executado de maneira mais descontraída e ainda assim agregar avanços às organizações.

Tendo em vista esta contextualização, o presente trabalho busca responder: como a adoção do gerenciamento por processos impacta os resultados de uma microempresa?

1.1 Justificativa

O ambiente de ensino envolve a produção de serviços propriamente ditos e a estruturação de métodos. Ao contrário do caso industrial, não há possibilidade aqui de separar, com nitidez, o processo produtivo da prestação do serviço. Produção e consumo são simultâneos e não há como definir onde começa um e termina o outro (PALADINI, 2004).

O processo produtivo em questão, por se tratar de uma unidade de ensino, carrega muitas das dificuldades inerentes às características definidas por Paladini (2004). A divisão de responsabilidades, para garantia da flexibilidade e adaptabilidade que determinam a adequação do processo de negócio ao cliente, é desafiadora numa microempresa. Além do que, um sistema desordenado acaba por dar origem ao processo de entropia no ambiente. Segundo Chiavenato (2003, p. 424) “tendendo-o à exaustão, à desorganização, à desintegração e, por fim à morte”.

Sendo assim, a justificativa de aplicação do BPM se deve à possibilidade de oferecer à empresa uma maior compreensão operacional do atual funcionamento, que a conduzirá a melhor execução das rotinas de trabalho e acompanhamento de resultados, suprindo às demandas de expectativa que o cliente espera.

Como o próprio Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio – BPM CBOOK, da *Association of business Process Management Professionals – ABPMP*, versão 3.0 sugere “BPM pode ser aplicado a organizações de qualquer porte, com ou sem fins lucrativos, públicas ou privadas, com o objetivo de direcionar os recursos organizacionais”, (ABPMP, 2013, p. 42). Então, o presente estudo de caso, embora permeado por outras áreas de apoio à gestão, tem como proposta central a aplicação do *Business Process Management* numa microempresa prestadora de serviços atuante no mercado de educação musical.

1.2 Problema de Pesquisa

O raso conhecimento da organização analisada neste estudo, diante do gerenciamento dos processos de negócio, se faz prejudicial à análise de desempenho e oportunidade de sua maturidade organizacional, comprometendo sua permanência no mercado a longo prazo.

2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Estão listados, a seguir, a composição de objetivos que conduzem este trabalho.

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do estudo foi estruturar e aplicar o ciclo de vida BPM até a etapa de implementação dos processos numa microempresa prestadora de serviços, propondo impulsionar seu desempenho.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar práticas atuais das rotinas de trabalho;
- Analisar o alinhamento com a estratégia, priorizando atividades críticas inerentes ao processo gerencial;
- Concepção de metodologias propostas para incorporar o ciclo de implantação BPM;
- Elaborar modelos de processos executáveis para implementação;
- Monitorar o avanço de cenários a partir da aplicação do ciclo.

2.3 Estrutura do Trabalho

A divisão da estrutura deste estudo foi realizada em seis capítulos, levando em conta este, de introdução. Será descrito a seguir uma síntese de cada capítulo distribuída em tópicos, com o intuito de favorecer a compreensão da pesquisa:

- **Capítulo 1 – Introdução:** esta divisão contextualiza todos os temas que serão trabalhados na pesquisa. Composto da justificativa, abordando a problemática que motiva o estudo.
- **Capítulo 2 – Objetivos da Pesquisa:** composta dos objetivos gerais e específicos, um destacando a centralidade da problemática e o outro desdobrando mais direcionamentos com os objetivos específicos. A seção finaliza com o detalhamento genérico da estrutura do estudo de caso;

- **Capítulo 3 – Referencial Teórico:** consta neste capítulo todo apanhado de pesquisa do que está a luz da literatura disponível sobre as temáticas. Serão expostos conhecimentos acerca do ambiente de aplicação do estudo de caso como gestão e eficácia escolar, educação musical e escolas de música. O subcapítulo seguinte faz uma introdução ao conceito de processos para melhor compreensão do cerne principal da pesquisa, *Business Process Management* – BPM, detalhado em sequência. No que tange a Pesquisa Operacional, serão descritas as metodologias que embasaram todo entendimento de ferramentas determinísticas e probabilísticas-estocásticas para apoio a mudança e a análise e interpretação dos dados. Por último, a Gestão de Mudanças traz informações quanto a metodologia de gamificação, responsável pela intervenção e direcionamento de esforços para a implementação de processos;
- **Capítulo 4 – Desenvolvimento da Pesquisa:** esta etapa se refere à metodologia, implementação de processos, interpretação de resultados e discussão. A subseção de metodologia, contém de forma descritiva a caracterização do estudo, delineamento da pesquisa, os meios e procedimentos utilizados, o universo delimitado e, por fim, os processos de análise estatísticas. Este último, responsável por apresentar todo o procedimento usando para o tratamento de dados e a consequência de seus possíveis resultados. A implementação de processos expõe características do ambiente organizacional alvo da pesquisa, a análise do estado atual desta empresa, o planejamento das mudanças e a implementação dos processos em seus modelos executáveis. Quanto à interpretação de resultados, é apresentado todo avanço relacionado tanto ao que a pesquisa alcançou com a aplicação da programação linear inteira quanto o que foi observado com o processo de implementação de processos BPM;
- **Capítulo 5 – Conclusão:** etapa em que se apresentam as considerações finais extraídas da experiência de aplicação deste trabalho de conclusão de curso.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo explora conceitos e conteúdos pesquisados na literatura com a finalidade de promover embasamento teórico ao estudo. Iniciando com informações que competem ao ambiente de aplicação, serão detalhados os temas de Gestão Escolar, Eficácia Escolar, Educação Musical e Escolas de Música.

Os conteúdos centrais trazem um apanhado necessário para entendimento do BPM e da implementação de um Ciclo de Vida BPM. Desde definições de Processos e Gestão de Processos até suas definições de padrão de modelagem, BPMN.

O referencial finaliza com os contextos de Pesquisa Operacional e Gamificação aplicados neste trabalho. Ambas metodologias são as bases da Gestão de Mudanças, etapa de maior complexidade para implantação de um ciclo BPM. A PO se mostra como norteadora da mudança nos cerne financeiro e de alocação de recursos, enquanto a gamificação atua sendo a principal ferramenta para direcionar o fator humano da empresa em relação aos novos processos.

3.1 Gestão Escolar

Instituições educacionais são organizações responsáveis por promover a aprendizagem, para Colangeli e Melo (2018) “a educação escolar deve ser intencional, organizada e relacionada às demais práticas sociais”. Diante de uma competência que envolve aspectos de impactos sociais e empresariais, as formas de gestão aplicada a estas instituições são alvos de estudo que investigam o comportamento e eficácia das práticas com o desempenho educacional.

Na década de 1980, segundo Arana e Martins (2012), após serem discutidas alterações em cursos de Pedagogias e Licenciaturas, a Gestão Escolar passou a ser conhecida como Organização do Trabalho Escolar – ou Trabalho Pedagógico. Ainda nesta década, dois enfoques foram trabalhados, um de cunho científico-racional e outro sociocrítico.

Os enfoques se diferenciam pois, enquanto o contexto científico-racional visualiza as instituições educacionais como empresas que podem seguir planejamentos e atender a índices e indicadores, o viés sociocrítico enxerga estas organizações como agentes integradores que envolvem numa mesma comunidade gestores, discentes, docentes, pais e a sociedade afetada.

Para Miranda (2018) “A organização escolar reúne pessoas interagindo entre si e age via estruturas e processos organizativos próprios”, estes processos buscam resultados que só poderão ser alcançados se a instituição dispõe de uma gestão que dê insumos tanto às tomadas de decisões quanto ao gerenciamento destas decisões. Libâneo (2001, p. 88) destaca que a gestão escolar deve visar:

- a) Prover as condições, os meios e todos os recursos necessários ao ótimo funcionamento das escolas e do trabalho em sala de aula;
- b) Promover o envolvimento das pessoas no trabalho por meio da participação e fazer o acompanhamento e a avaliação dessa participação, tendo como referência os objetivos de aprendizagem;
- c) Garantir a realização da aprendizagem de todos os alunos.

Ainda segundo Arana e Martins (2018), a educação brasileira tem sua gestão baseada no enfoque sociocrítico, indo além dos conceitos puramente administrativos, e admitindo que problemas educacionais são complexos. No entanto, esta perspectiva não exclui a importância de dar continuidade ao planejamento, monitoramento e aperfeiçoamento dos processos gerenciais e pedagógicos.

Um estudo feito por Tavares (2015) com escolas do ensino público do estado de São Paulo revelou que práticas específicas de gestão, envolvendo capacitações, planejamento, desdobramento e gerenciamento de metas, impactam positivamente o desempenho educacional. Ou seja, com aplicação de práticas modernas de gestão é possível atuar na melhoria de resultados dos processos e elevar o nível de maturidade de qualquer organização, incluindo as de ensino.

3.2 Eficácia Escolar

As investigações e pesquisas a fim de analisar a educação por meio da efetividade escolar, onde são avaliadas características de eficiência e eficácia das práticas, se iniciaram nos Estados Unidos e Inglaterra entre os anos de 1950 e 1960, Dionísio (2010). Desde então, o termo “escola eficaz” era tido como um paradigma devido, em parte, a estranheza etimológica da expressão. Por este motivo, se fez necessário ressignificar os conceitos, consubstanciados a políticas educacionais e justiça sociais.

Silva (2016), compara o processo de ressignificação da escola eficaz a um momento histórico do país (EUA), como o da reforma que o neoliberalismo provocou em conceitos do movimento por redemocratização. Neste contexto, foi abordado sobre a inclusão dos conceitos

de participação e autonomia num modelo de gestão privatista como ação estratégica para aprimoramento do modelo. Silva discorre em sua pesquisa que:

No atual contexto e diante das análises até então empreendidas acerca desse modelo de gestão, seja possível uma acepção da noção de eficiência e eficácia que sobreponha sua dimensão social sob a econômica e seja capaz de contemplar fins eminentemente educacionais associados ao pressuposto da justiça social (SILVA, 2016, p. 709).

É necessário entender, primeiramente, sobre as origens etimológicas dos termos eficiência, eficácia e efetividade. Logo em seguida os conceitos serão relacionados aos objetivos educacionais, o que definirá o significado do que representa atualmente uma escola eficaz. O Quadro 1 abaixo divide o conteúdo acerca das expressões.

Quadro 1: eficiência, eficácia e efetividade

Eficiência	Capacidade de realizar uma tarefa de modo satisfatório.
Eficácia	Capacidade de produzir o efeito desejado, ou ainda, de medir a relação entre os resultados obtidos e os objetivos pretendidos.
Efetividade	Capacidade de atingir o seu objetivo real.

Fonte: Michaelis, 2009.

A aplicação dessas definições com o enfoque sociocrítico da gestão escolar, anteriormente contextualizado neste trabalho, permite o entendimento de que as capacidades de eficiência, eficácia e efetividade no ambiente educacional não envolvem somente o apuramento de recursos administrativos para atingir a qualidade de processos.

Para que se ultrapassem as fronteiras do “educar a qualquer custo” e ter êxito como escola eficaz Sander (2007) conceitua que o compromisso real da educação e da gestão escolar é com o atendimento das demandas da comunidade e não com o mercado. No entanto, somente abordagens conceituais são insuficientes para que as ações aconteçam. É preciso que as instituições elaborem competências desenhadas em sua estrutura organizacional que favoreçam o ambiente ao desenvolvimento. Algumas destas competências são destacadas por Sammons (2008) como essenciais às escolas, como mostra o Quadro 2:

Quadro 2: competência das escolas eficazes.

Liderança profissional	O gestor escolar deve possuir uma atitude firme e objetiva, promover a participação coletiva e ser atuante no cotidiano escolar.
Objetivos e visões compartilhadas	A escola deve ter propósitos bem definidos direcionados para uma prática pedagógica consistente e colaborativa.
Ambiente de aprendizagem	O clima de trabalho deve ser atraente, harmonioso e ordenado.
Concentração no ensino e na aprendizagem	Deve focar o desempenho e investir em tempo para que a aprendizagem tenha resultados eficientes.
Ensino e objetivos claros	As aulas devem ser bem estruturadas e o ensino deve privilegiar a bagagem cultural dos alunos, assim como a organização pedagógica precisa ser eficiente e ter objetivos bem claros.
Altas expectativas	A escola deve ser empreendedora; ter visão bem definida de onde pretende chegar; dos propósitos da missão educacional e deve estimular práticas motivadoras que desafiem constantemente a comunidade escolar.
Incentivo positivo	É preciso que haja feedback constante, que se privilegiem comportamentos éticos no ambiente de trabalho e que o processo de reconhecimento das pessoas seja instalado na prática cotidiana.
Monitoramento do progresso	A avaliação contínua deve ser realizada através pesquisas sobre o desempenho dos alunos e da escola.
Direitos e responsabilidades do aluno	É preciso saber trabalhar a autoestima do aluno, dar noções de responsabilidade, como também controlar as atividades feitas por eles, dando suporte e apoio necessário com o intuito de estimular uma aprendizagem constante.
Parceria casa-escola	Os pais devem ser envolvidos na aprendizagem dos seus filhos.
Uma organização orientada à aprendizagem	A gestão de pessoas deve ser focada no desenvolvimento da escola, com um ambiente cooperativo, de troca e compartilhamento de experiências e conhecimentos.

Fonte: adaptado de Sammons (2008).

Para que estas competências sejam atendidas por completo, as escolas devem recorrer a aplicação de uma variedade de planejamentos, tais como: estratégico, financeiro, político-

pedagógico e de ensino. Estes planejamentos são elaborados por todo conjunto de gestores e executores, estes precisam entender os planejamentos como crença que permitirá uma nova realidade à escola. Guerreiro-Casanova (2014, p.61) destaca que:

As crenças de eficácia relacionam-se conceitualmente ao planejamento e à realização de ações. Não garantem a presença da habilidade necessária para tais realizações, mas atuam como mediadoras motivacionais, pois possibilitam que as pessoas ou os grupos planejem meios e estratégias, persistam e se esforcem em prover as medidas necessárias para tornar objetivos preestabelecidos em ações concretas.

Desta forma, fica entendido o benefício de se fazer um apanhado geral com relações e objetivos a serem buscados e monitorá-los. A partir da análise do desempenho dos processos de planejamento pode-se denominar a instituição de ensino como eficaz, dentro de suas definições de satisfação.

3.3 Educação Musical

A Educação Musical é uma área de interesse quanto à identificação e aplicação dos fatores essenciais à gestão educacional e à eficácia escolar. Podendo ser entendida como resultado da interação entre arte musical, processo educativo e estúdios de educação ou escolas de música. Para Arroyo (2000) a Educação Musical abrange muito mais do que a iniciação musical formal. A autora complementa ainda que:

É educação musical aquela introdução ao estudo formal da música e todo o processo acadêmico que o segue, incluindo a graduação e pós-graduação; é educação musical o ensino e aprendizagem instrumental e outros focos; é educação musical o ensino e aprendizagem informal de música. Desse modo, o termo abrange todas as situações que envolvam ensino e/ou aprendizagem de música, seja no âmbito dos sistemas escolares e acadêmicos, seja fora deles. (ARROYO, 2008).

Segundo Xu (2017), um dos objetivos da educação musical é cultivar, através da educação física e psicológica, estímulos que possam melhorar qualidades gerais dos alunos tais como: criatividade, imaginação, senso de estética e espírito inovador. Para isso, as escolas de música devem entender o ensino musical como objeto do conhecimento e como linguagem, oferecendo recursos necessários para o sucesso do processo de aprendizagem.

O desenvolvimento da musicalidade também é objetivo da Educação Musical, dentro deste contexto, Borges (2007, p. 13) coloca que “a musicalidade se desenvolve por indução:

estudantes começam a entrar e fazer parte da cultura musical e então começam a aprender”. Esta afirmativa elucida que o potencial de aprendizagem avança à medida que a cultura de ensino do ambiente amadurece. Reforçando a importância do funcionamento de processos chave, que garantam a qualidade do serviço proposto.

3.3.1 Escolas de Música

Ambientes de aprendizagem voltados ao ensino musical coletivo, aqui denominados escolas de música, são espaços com objetivos direcionados pela educação musical, e que agem, também, como facilitadores da vivência da música na sociedade. Neste contexto, Swamwick (2003), considera que a aprendizagem musical está diretamente ligada ao fazer musical, e isso inclui a execução, a criação e a apreciação tanto da técnica quanto da literatura ligadas diretamente a música, em um ambiente que facilite estes momentos.

Do ponto de vista mercadológico, escolas de música são empresas, podendo ser públicas ou privadas. Portanto, necessitam incorporar modelos de gestão que auxiliem tanto a busca pelos objetivos organizacionais quanto às tomadas de decisão. Uma particularidade destas escolas, é que apesar de não fazerem parte da educação regular brasileira, devem seguir condutas reconhecidas pela legislação, citadas pela Lei de Diretrizes e Bases, Lei 9396/98 (BRASIL,1996).

Desta forma, também é conveniente que as escolas de música se encaixem nas propostas de gestão escolar e escola eficaz. Seguindo os critérios já debatidos por este estudo, é possível que haja um maior impacto deste tipo de educação na sociedade a qual está inserida. Porém, é também necessário que a instituição se faça vulnerável a mudanças e se comprometa com novas rotinas que assegurem a validade do processo de ensino e aprendizagem.

3.4 Processos

3.4.1 Conceito de Processos

A norma ISO 9000 (ISO, 2005a) define processo como conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transforma entradas em saídas. Ainda segundo esta norma,

quaisquer conjuntos de atividades que usam recursos para transformar entradas em saídas podem ser considerados processos.

No entanto, os conceitos e definições acerca de processos são amplamente difundidos, variando a cada contexto, porém, mantendo a lógica de três elementos principais: entradas, transformações e saídas. É o que pode ser observado com o Quadro 3:

Quadro 3: definições de processos.

Referências	Definições
ISO 9001:2008 – Sistemas de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. Carlos Henrique Pereira Mello <i>et al.</i> (2009, p. 27).	Um processo dispõe de entradas, saídas, tempo, espaço, ordenação, objetivos e valores que, interligados logicamente, irão resultar em uma estrutura para fornecer produtos ou serviços ao cliente.
Fundação Nacional da Qualidade – Guia de Referência da Gestão para Excelência. (2016, p.78)	Conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas).
Administração da Produção. Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 8).	Transformação de entradas (inputs) em saídas (outputs).
Gonçalves, J. E. L. As Empresas são Grandes Coleções de Processos, (2000).	Além das entradas e saídas, um processo típico também envolve <i>endpoints</i> , transformações, <i>feedback</i> e repetibilidade. As transformações ocorridas num processo podem ser físicas, de localização e transacionais (transformação de itens não tangíveis).

Fonte: Autora (2019).

Há ainda uma distinção quanto aos tipos de processos presentes em uma organização.

Uma descrição feita por Gonçalves (2000) denota que:

- a) os processos de negócio (ou de cliente) são aqueles que caracterizam a atuação da empresa e que são suportados por outros processos internos, resultando no produto ou serviço que é recebido por um cliente externo;
- b) os processos organizacionais ou de integração organizacional são centralizados na organização e viabilizam o funcionamento coordenado dos vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos de negócio;
- c) os processos gerenciais são focalizados nos gerentes e nas suas relações e incluem as ações de medição e ajuste do desempenho da organização dando suporte aos demais processos de negócio.

Já a ABPMP (2013) divide os processos da seguinte forma:

- a) Processos primários: processo tipicamente interfuncional ponta a ponta que agrega valor diretamente ao cliente;
- b) Processos de suporte: existe para prover suporte aos processos primários ou a outros processos de suporte;
- c) Processos de gerenciamento: tem o propósito de medir, monitorar, controlar atividades e administrar o presente e o futuro do negócio.

Uma terceira concepção feita por Martin (1996, *apud* MANGANOTE, 2005), de acordo com a capacidade do processo em gerar valor para o cliente, eles poderão ser classificados em primários e secundários. Os primários são aqueles de maior contato (e agregação de valor) com o cliente. Os secundários garantem o apoio ou suporte aos primários, podendo ser entendidos como organizacionais ou de gerenciamento.

3.4.2 Gestão de Processos

Assim como as atividades de um processo são inter-relacionadas, os processos de uma organização também devem se inter-relacionar de forma lógica e sequencial. Este pensamento traz a noção de que haverá funções e atividades ocorrendo de forma simultânea, em busca de resultados. Sendo assim Capote (2012) define que é necessário estabelecer uma estrutura organizacional que entenda e gerencie seus processos de negócio.

No entanto, pode ocorrer um equívoco ligando a gestão de processos e a gestão por processos. As preposições “de” e “por” sinalizam uma diferença que não é tão sutil quanto parece. Enquanto a gestão de processos está diretamente orientada a resultados, a gestão por processos está diretamente orientada a processos. Ou seja, a gestão por processos ocorre quando a empresa implanta e pratica o Ciclo de Vida BPM. Destaca-se ainda que “a organização adota como estrutura de gestão o resultado da medição e o comportamento dos seus processos de negócio, dissolvendo gradativamente as amarras funcionais tradicionais.” Capote (2012, p. 176).

3.5 *Business Process Management* – BPM

Compreensões acerca do *modus operandi* de organizações orientadas por processos se iniciou com Henry Ford, em 1910, aplicada à indústria automobilística. Ford pensou na

diminuição dos tempos de produção se utilizando da linha de montagem. Porém, somente em 1930 começa a surgir real necessidade de os trabalhos serem executados por processo nas organizações. A identificação destas práticas foi apontada por autores como Fritz Nordsiek, um dos primeiros do segmento, segundo (BARRETO *et al.*, 2018).

O estudo feito por (BARRETO *et al.*, 2018) acrescenta ainda que são abordadas as eras ou “ondas” da gestão por processos. Estas ondas sintetizam a evolução dos objetivos, conceitos e métodos, até o mais atual entendimento sobre BPM. Para melhor entendimento, o Quadro 4 abaixo mostra as relações entre as ondas e suas características:

Quadro 4: as ondas da gestão por processos.

Ondas	Características
Primeira onda – 1950	O principal foco foi a padronização dos processos de trabalho e a sua análise detalhada, com o objetivo da melhoria dos processos.
Segunda onda – Década de 90	Este período trouxe três abordagens: <i>Business Process Reengineering</i> (BPR), <i>Lean Manufacturing</i> e <i>Six Sigma</i> . Com destaque para a Reengenharia de Processos de Negócios (BPR) defendendo a importância de se eliminarem atividades que não agreguem valor evidente para o negócio e apontar como principal fator limitante do desempenho das organizações a ineficiência dos seus processos.
Terceira onda – Anos 2000	Concretização do BPM definida como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas que são utilizados na definição, administração, configuração e análise dos processos de negócio.

Fonte: adaptado de Barreto *et al.* (2018).

Mesmo contando com toda análise semântica, cronológica e funcional, a sigla BPM passou a ser livremente utilizada no mercado e seu significado passou a variar a cada contexto. Porém, a definição dada pela ABPMP (2013, p. 40) atinge o seguinte conteúdo:

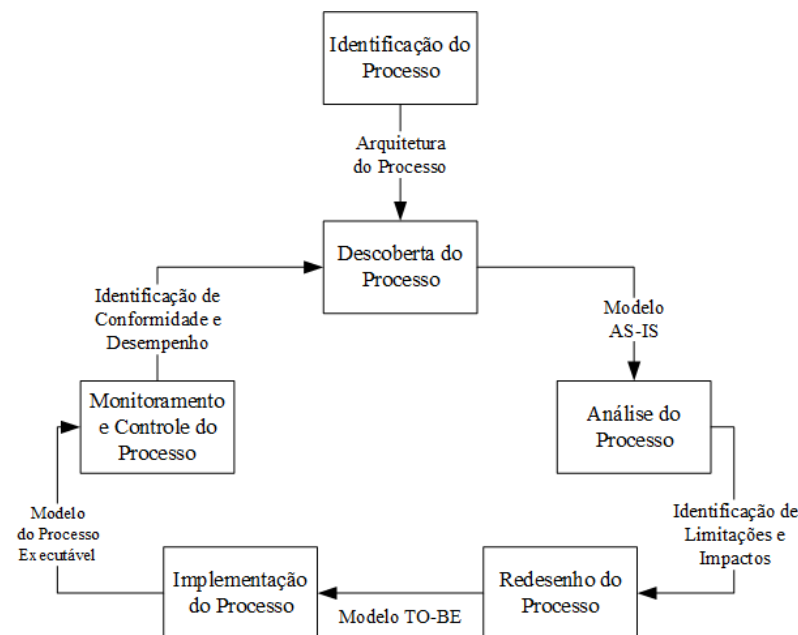
Gerenciamento de Processos de Negócio (BPM – *Business Process Management*) é uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com expectativas e necessidades de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. BPM engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar, implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos.

É possível entender que o BPM não se trata de uma crença aleatória ou uma ação pontual na empresa. Embora possa ser implementado, por decisão estratégica, da forma como a organização julgar mais eficiente, o gerenciamento de processos de negócio é uma prática cíclica e gradativa, mas de objetivo global e demanda comprometimento da organização para alcance de objetivos consistentes a longo prazo.

3.5.1 Ciclo de Vida BPM

De acordo com o Guia BPM CBOK 3.0, ABPMP (2013), não existe prescrição de um ciclo de vida de processos. Diante dos vários tipos encontrados na literatura, ciclos mais típicos contam com planejamento, análise, desenho, implementação, monitoramento associado ao controle, e, por fim o refinamento dos processos. Um ciclo desenhado por Dumas *et al.* sugere as etapas segundo a adaptação demonstrada na figura 1:

Figura 1: ciclo de vida BPM.



Fonte: adaptado de Dumas *et al.* (2013).

A identificação do processo consiste na varredura e do funcionamento atual da organização quanto às suas estratégias e operações. Dentro desta visão global, deve-se procurar por processos relevantes que devem ter suas arquiteturas estudadas e documentadas. A etapa de

descoberta é o momento de desenhar, detalhadamente, as rotinas atuais. São os denominados modelos AS-IS.

Seguindo para a fase de análise, é necessário apurar as lacunas e pontos de intervenção. A análise trará, de forma mais profunda, a informação de quem será impactado com as futuras mudanças. Servindo de subsídio para que a etapa de redesenho não aconteça de forma ineficiente. O redesenho de processos é o momento de interpretação de todas as etapas ocorridas anteriormente. O modelo TO-BE desenha o estado futuro e deve considerar as realidades do estado atual (AS-IS) e os problemas e oportunidades que existirem (ABPMP, 2013, p. 148).

A etapa adiante, de implementação de novos processos, previamente projetados e aprovados, é o que Capote (2012) define como o “fazer acontecer”. É o ponto de inflexão da organização, e que não pode ser negligenciado. Caso isto ocorra, todos os esforços empregados terão sido inválidos, gerando, para toda organização, um desperdício de energia que pode resultar no desânimo por novos desafios e até mesmo prejudicar o desempenho atual. Por este motivo é necessário planejar a mudança para incorporação das novas práticas propostas. Este ponto será detalhado no item 2.9. para melhor compreensão do estudo.

O ciclo encerra seu período com a etapa de Monitoramento e Controle, visando mensurar a performance atingida, em relação aos objetivos e expectativas das mudanças. Executar esta fase é alimentar o apoio a tomada de novas decisões quanto ao refinamento dos processos e iniciar o ciclo novamente, sempre que se faça necessário.

3.5.2 *Business Process Model and Notation* – BPMN

Criado pela *Business Process Management Initiative* (BPMI), a notação de modelagem de processos de negócio é um padrão incorporado pelo *Object Management Group* (OMG) e se trata de um conjunto robusto de símbolos e regras para modelagem de diferentes aspectos de processos de negócio (ABPMP, 2013).

Em 2011 foi liberada a versão 2.0 do BPMN, sendo utilizada até os dias atuais. Existe no mercado uma série de ferramentas de modelagem que executam esta notação. Porém, segundo a Fiocruz (2015, p. 7) “uma pesquisa realizada pela *BPM Global Trends* em 2013 destacou o *Bizagi Modeler* como ferramenta mais utilizada por ser de fácil compreensão e gratuita” além de atingir requisitos satisfatórios de uniformidade.

A ABPMP (2013, p. 80) traz informações do BPMN quanto as suas principais características, quando usar, vantagens e desvantagens. É o que mostra o seguinte Quadro 5:











Quadro 5: informações BPMN.

Principais características	<ul style="list-style-type: none"> • Ícones organizados em conjuntos descritivos e analíticos para entender a diferentes necessidades de utilização; • Notação permite a indicação de eventos de início, intermediário e fim; fluxo de atividades e mensagens; comunicação intranegócio e colaboração internegócio.
Quando usar	<ul style="list-style-type: none"> • Para apresentar um fluxo de processos para públicos-alvo diferentes; • Para simular um processo de negócio com um motor de processo;
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Uso e entendimento difundido em muitas organizações; • Versatilidade para modelar as diversas situações de um processo.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Exige treinamento e experiência para o uso correto do conjunto completo de símbolos; • Diferentes ferramentas podem ser necessárias para apoiar diferentes subconjuntos da notação.

Fonte: adaptado de ABPMP (2013).







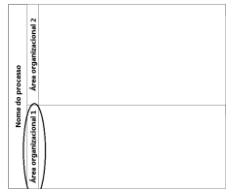




Seguindo o padrão do modelador *Bizagi*, o Guia de Processos Fiocruz (2015, p. 7) destaca cinco elementos que podem ser utilizados inicialmente. São eles: objetos do fluxo, objetos de conexão, *swimlanes*, artefatos e objetos de dados. Os seguintes Quadros 6 e 7 elencam alguns ícones e suas regras:

Quadro 6: objetos de fluxo - BPMN.

Elemento	Ícone	Regras
Eventos de Início		Início simples: usado para iniciar o processo, sem especificar fatos particulares.
		Início de mensagem: indica que o processo é iniciado com uma mensagem. Podendo ser um documento, um e-mail, etc.
Eventos Intermediários		Intermediário simples: indica que um fato não especificado ocorre no fluxo do processo.
	 	Intermediário de mensagem: indica que uma comunicação deve ser enviada ou recebida. O primeiro ícone diz respeito as mensagens que o fluxo deve aguardar, já o segundo significa que o fluxo deve emitir uma mensagem.
Eventos de Fim		Fim simples: indica que o processo está finalizado, e não gerou nenhum evento particular.
		Fim de mensagem: indica que o processo é finalizado com o envio de uma comunicação, podendo ser um documento, e-mail, etc.
Gateways		Exclusivo: representa uma condição de fluxo exclusiva, em que apenas um dos caminhos criados a partir do <i>gateway</i> será seguido. Semanticamente, funciona como um “ou”, indicando que ou um ou outro caminho seguirá o fluxo.
		Paralelo: utilizado quando várias atividades são realizadas em paralelo, ou seja, após o este <i>gateway</i> caminhos seguirão o fluxo de forma simultânea. A semântica deste elemento funciona como um “e”, indicando que um e outros caminhos serão seguidos.
		Exclusivo: representa uma combinação dos caminhos, partindo de uma informação a ser verificada. A semântica aplicada a este item é o “e/ou”, indicando que um “e/ou” outro caminho poderá ser seguido.

Fonte: adaptado do Guia de Processos Fiocruz (2015).

Quadro 7: objetos de Fluxo - BPMN. (continuação)

Atividades		Tarefa simples: representa uma ação no processo que pode ser executada por uma pessoa ou um sistema.
		Subprocessos: demonstram que atividades consideradas complexas devem ser detalhadas, por meio da criação de um subprocesso.
Objetos de conexão		Fluxo de sequência: representa o fluxo de sequência em que as atividades são executadas no processo, conectando objetos de fluxo.
		Fluxo de mensagens: representa um fluxo de mensagens e é usado para mostrar a comunicação entre dois processos. Podendo ligar atividades de dois processos distintos ou ligar a atividade de um processo aos limites de outro processo.
		Associação: associa artefatos (anotação) e objetos de dados a elementos de fluxo.
Swimlanes		<i>Pool</i> : contém o processo de trabalho. É permitido apenas um processo por <i>pool</i> .
		<i>Lane</i> : é uma subdivisão de uma <i>pool</i> , ou seja, uma partição dentro do processo. Geralmente é utilizada para representar uma área organizacional responsável pelas tarefas dispostas naquela linha.
Artefatos		Agrupamento: é um elemento de marcação que permite destacar, com fins puramente visuais, um agrupamento de atividades. Este elemento não influencia o fluxo, podendo cruzar <i>lanes</i> e <i>pools</i> .
		Anotação: utilizado para adicionar notas complementares relevantes ao mapa do processo.
Objetos de dados		Objeto de dados: representa um conjunto de informações cuja representação é importante para a compreensão do fluxo do processo, provendo informações sobre as entradas e saídas de uma atividade (exemplos: um documento ou formulário)
		Repositório de dados: representa um repositório de informações de qualquer espécie (banco de dados, sistema de arquivos etc.) que pode ser consultado ou atualizado no decorrer da realização de alguma tarefa.

Fonte: adaptado do Guia de Processos Fiocruz (2015).

As informações contextualizadas acerca da notação de modelagem de processos de negócio deixam claro que a comunicação adquire um patamar de padrão eficiente e capaz de permitir a visualização e compreensão do processo, independentemente de sua natureza organizacional.

3.6 Pesquisa Operacional

Segundo Moreira (2010), a Pesquisa Operacional se originou em 1938 para descrever o uso de cientistas na análise de situações militares na Segunda Guerra Mundial. Devido ao esforço de guerra, era uma questão vital fazer a alocação de recursos escassos às diversas operações militares de maneira efetiva. Após o período de guerra, as práticas das operações foram configuradas para atender o setor civil.

Moreira (2010) comenta ainda que de 1945 até a década de 1970 a Pesquisa Operacional (PO) viveu sua “idade de ouro” graças à expansão de seu uso. Uma evidência disso é que, em 1947, George Dantzig desenvolveu o método Simplex para resolução de problemas em programação linear. A criação do Simplex foi o primeiro fato que impulsionou a PO e é um método que funciona até os dias atuais.

Em termos de conceito, Bronson (1985, *apud* OLIVEIRA, 2011, p. 29) define:

Pesquisa Operacional diz respeito à alocação eficiente de recursos escassos, é tanto uma arte quanto uma ciência. A arte reside na habilidade de exprimir os conceitos de eficiente e de escasso por meio de um modelo matemático bem definido para uma determinada situação; a ciência consiste na dedução de métodos computacionais para solucionar tais modelos.

De forma mais simples, Moreira (2010, p. 3) estabelece que a PO é um campo de estudos em que são utilizados métodos analíticos para auxiliar gestores na tomada de decisão das organizações. Através da satisfação de funções em modelagem matemática, que busca interpretar situações complexas, é possível que se encontre decisões com maior efetividade. Ou seja, se chegará a uma solução ótima do problema, do ponto de vista matemático.

Problemas organizacionais complexos precisam de uma condução mais elaborada, desde o entendimento de sua ocorrência. Por este motivo, o cuidado nas fases de formulação do problema é determinante para que os próximos passos de um processo de resolução tenham sucesso. Neste contexto, Hillier e Lieberman (2005, p. 2) comentam que:

O processo de aplicação da PO se inicia com a observação e formulação cuidadosa do problema, incluindo a coleta de dados relevantes da situação em estudo. Em seguida, é construído um modelo científico (normalmente matemático) que tenta abstrair a essência do problema real. Posteriormente, são realizadas experimentações adequadas para testar a hipótese e modificá-la no necessário. É frequente a busca de se encontrar uma melhor solução para um problema em estudo, identificando o melhor caminho de decisões para se seguir.

A Pesquisa Operacional contempla uma variedade de técnicas de resolução que serão selecionadas a partir da natureza do problema, considerando tanto o grau de complexidade avaliado quanto a expectativa do resultado. Taha (2008, p. 2) expressa cinco modelos técnicos e suas aplicações que podem ser observadas no Quadro 8:

Quadro 8: modelos e aplicações da Pesquisa Operacional.

Modelos Técnicos	Aplicações
Programação Linear	Aplicada quando tanto o objetivo quanto as restrições são lineares.
Programação Linear Inteira	Neste modelo as variáveis devem assumir valores inteiros.
Programação Dinâmica	Este modelo se permite ser decomposto em subproblemas de mais fácil manipulação.
Otimização em Redes	Modelo no qual o problema pode ser modelado como uma rede.
Programação Não Linear	É o tipo aplicado a funções não lineares.

Fonte: adaptado de Taha (2008).

Os métodos de resolução assegurados pela PO, sejam modelagens matemáticas ou simulações, podem ser empregados em combinação com outras metodologias, a fim de otimizar os processos. Hillier e Lieberman (2005) reiteram que a aplicação da Pesquisa Operacional se encaixa em problemas abrangendo a condução e coordenação das operações organizacionais. Em consonância com o BPM, as ferramentas de PO podem atuar contribuindo para suavizar suas etapas de maior complexidade, proporcionando auxílio aos gestores em situações que relacionem simultaneamente os recursos físicos, humanos e financeiros da empresa em suas características particulares de capacidade e restrições.

Devido à natureza do problema estudado neste trabalho, será utilizada a técnica da Programação Linear Inteira para maximização da função objetivo. O resultado da função determina a prioridade de esforços para implementação de novos processos. Portanto, esta ação irá compor uma das bases para o planejamento da gestão de mudanças, dimensionando a maximização de lucros, diante da capacidade disponível da empresa-alvo.

3.6.1 Metodologias Determinísticas

3.6.1.1 Programação Linear Inteira

Taha (2008, p. 156) define que “Programação Linear Inteira (PLI) são programações lineares nas quais algumas ou todas as variáveis estão restritas a valores inteiros (ou discretos)”. Hillier e Lieberman (2005) colocam que muitos problemas práticos somente fazem sentido se as variáveis de decisão assumem quantidades inteiras. Se esta exigência for o único motivo pelo qual a solução do problema se afasta da programação linear, então trata-se de um problema de programação linear inteira. Desta maneira, Hillier e Lieberman (2005, p. 462) explica que “o modelo matemático para programação inteira é o modelo para programação linear com uma restrição adicional de que as variáveis devem ser valores inteiros.”

3.6.1.2 O Modelo de Programação Linear

A aplicação mais popular da programação linear abrange a alocação de atividades e recursos, dada a escassez deste último item. Encontrar a melhor distribuição possível de recursos é proporcionar uma priorização de atividades, ou ações, que busquem o cenário ótimo sugerido pela solução do problema.

Hillier e Lieberman (2005, p. 32) definem, de forma genérica, símbolos e aplicações comumente usados em modelos de programação linear:

Z = valor da medida de desempenho global;

x_j = nível de atividade j (para $j = 1, 2, \dots, n$);

c_j = incremento em Z que resultaria de cada incremento unitário no nível de atividade j ;

b_i = quantidade do recurso i que se encontra disponível para alocação em atividades (para $i = 1, 2, \dots, m$);

a_{ij} = quantidade do recurso i consumido por unidade de atividade j .

Onde:

- x_1, x_2, \dots, x_n são as variáveis de decisão do modelo;
- c_j, b_i e a_{ij} (para $j = 1, 2, \dots, n$ e $i = 1, 2, \dots, m$) são as constantes de entrada (ou parâmetros) do modelo.

Contendo estas informações, é possível formular o modelo matemático genérico da equação (1) para maximização da seguinte forma:

$$\begin{array}{ll} \text{Maximizar} & Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \\ \text{Sujeita às restrições} & \end{array} \quad (1)$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad (3)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \quad (4)$$

e

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (5)$$

Existe uma terminologia comum para os modelos de programação linear, para assimilar melhor o conteúdo. O Quadro 9 a seguir traz a relação:

Quadro 9: terminologia do modelo linear.

$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$	Função Objetivo
b_i (para $i = 1, 2, \dots, m$)	Restrições
$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$	Restrições funcionais
$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$	Restrições de não-negatividade

Fonte: adaptado de Hillier e Lieberman (2005).

A estrutura descrita dará como resultado da função objetivo uma determinação do que pode ser entendido como solução ótima ao problema. No entanto, caberá aos decisores das organizações a escolha de seguir ou não pelo caminho sugerido com a resolução do modelo.

3.6.1.3 O Modelo de Programação Linear Inteira

De acordo com a citação de Hillier e Lieberman (2005), para que o modelo de programação linear assuma a condição de programação inteira, deve-se acrescentar a restrição de que as variáveis sejam valores inteiros. Logo, é possível escrever que o modelo de programação inteira é a repetição do modelo anterior, acrescentando a seguinte expressão em suas restrições:

$$x_j = \text{números inteiros (para } j = 1, 2, \dots, n).$$

Hillier e Lieberman (2005, p. 465) sugerem como *softwares* de resolução o Excel Solver, o Lingo/Lindo e o MPL/CPLEX para satisfazer problemas de programação inteira. Estes programas fazem uso do método Simplex. Segundo Moreira (2010, p. 61) Simplex “é uma metodologia que envolve uma sequência de cálculos repetitivos por meio dos quais é possível se chegar à solução de um problema de programação linear”.

Não é objetivo deste estudo detalhar o funcionamento dos *softwares* e da metodologia Simplex. Sendo suficiente destacar que o *software* Lindo® 6.1/Lingo 18.0 *trial version* foi escolhido para resolver o modelo matemático formulado para este estudo.

3.6.2 Métodos Probabilísticos/Estocásticos

3.6.2.1 Cadeias de Markov

Entre vários modelos de probabilidade existentes, as cadeias de Markov aplicadas em tempo discreto permitem especificar a probabilidade de ocorrer a transição de um dado estado atual para um estado futuro. As cadeias – ou processos, de Markov serão assim denominados caso possuam propriedade markoviana descrita por Hiller e Lieberman (2010, p. 715) “a probabilidade condicional de qualquer "evento" futuro, dado quaisquer "eventos" passados e o estado presente $X_t = i$, é independente dos eventos passados e depende apenas do estado atual”. Matematicamente, esta propriedade pode ser expressa como:

$$P\{X_{t+1} = j \mid X_0 = k_0, X_1 = k_1, \dots, X_{t-1} = k_{t-1}, X_t = i\} = P\{X_{t+1} = j \mid X_t = i\} \quad (6)$$

Para $t = 0, 1, \dots$ e toda sequência $i, j, k_0, k_1, \dots, k_{t-1}$.

Hillier e Lieberman (2010, p. 713) destacam que para o caso dos processos estocásticos, ou seja, um processo que expressa o comportamento de um sistema operando ao longo de algum período, esta mesma propriedade deve ser verificada a fim de caracterizá-los como processo Markoviano. O cálculo das probabilidades permite a análise do comportamento de um sistema de forma qualitativa e quantitativa, de forma que, dado um determinado número de interações, as probabilidades passarão a ter um valor com pouca ou nenhuma diferença, e esta informação também está relacionada a qualidade dos estados do sistema. Quando as probabilidades condicionais analisadas $P\{X_{t+1}=j | X_t=i\}$ assumem a característica $P\{X_{t+1}=j | X_t=i\} = P\{X_1=j | X_0=i\}$ para cada i e j e para todo $t = 1, 2, \dots$, então estas probabilidades são ditas estacionárias.

As probabilidades de transição estacionárias indicam que ao longo do tempo não existirão mudanças nestas probabilidades, independentemente do número de etapas (n) que possam ser analisadas. Pode-se então ter a seguinte expressão:

$$p_{ij} = P\{X_{t+1} = j | X_t = i\} = p_{ij}^{(n)} \{X_{t+n} = j | X_t = i\} \quad (7)$$

Sendo $p_{ij}^{(n)}$ probabilidades condicionais, Hillier e Lieberman (2010) pontuam que deverão ser não-negativas e o processo deverá realizar transições de estado. Portanto, deverão satisfazer as propriedades:

$$p_{ij}^{(n)} \geq 0, \text{ para todo } i \text{ e } j; n = 0, 1, \dots, \quad (8)$$

e

$$\sum_{j=0}^M p_{ij}^{(n)} = 1, \text{ para todo } i \text{ e } j; n = 0, 1, \dots, \quad (9)$$

O método utilizado para calcular estas probabilidades de transição em n etapas são as equações de Chapman-Kolmogorov.

Essas equações indicam que ao ir do estado i para o estado j nas n etapas, o processo se encontrará em algum estado k após exatamente m (menor que n) estados. Portanto, $P_{ik}^{(m)}P_{kj}^{(n-m)}$ é apenas a probabilidade condicional, dado um ponto de partida de estado i , o processo vai do estado k após m etapas e depois para o estado j em $n - m$ etapas. Portanto, somando essas probabilidades condicionais sobre todos os possíveis k deve levar a $p_{ij}^{(n)}$ (HILLIER; LIEBERMAN, p. 721, 2010).

Desta forma, a matriz de transição pode ser escrita da seguinte maneira:

$$\begin{array}{c}
 \text{Estado } 0 \quad \dots \quad M \\
 P^{(n)} = \begin{array}{c} 0 \\ \vdots \\ M \end{array} \begin{bmatrix} p_{00}^{(n)} & \cdots & p_{0M}^{(n)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{M0}^{(n)} & \cdots & p_{MM}^{(n)} \end{bmatrix}
 \end{array} \quad (10)$$

Neste estudo, a Cadeia de Markov trabalhada possui a propriedade de estados finitos de e as probabilidades de transição estacionárias. Não houve consideração de dados históricos para elaboração da matriz, uma vez que a ação aplicada foi inédita para a organização. As probabilidades serão determinadas por critério da distribuição de Laplace, modelo clássico que “pode ser usada em espaços amostrais equiprováveis, isto é, quando num fenômeno aleatório, com espaço amostral finito, consideramos que todo evento elementar tem a mesma “chance” de ocorrer” (MOREIRA, 2015). Deste modo, o evento estudado contou com o espaço amostral $\Omega = \{x_1, x_2, x_3\}$ em que x_1 corresponde ao estado sem processos desenhados (estado atual), x_2 com um processo implantado e x_3 com todos os processos implantados.

3.6.2.2 Entropia de Shannon

Um estudo desenvolvido por Nascimento e Prudente (2016) faz uma análise a entropia de Shannon a fim de apontar as tendências de seu comportamento, desde seu contexto histórico até o desdobramento das entropias trabalhadas por Shannon. A contribuição mais relevante publicada por Shannon, em 1948, recebe o título de *A Mathematical Theory of Communication*, e enfatizava quantificar a exatidão (variabilidade) contida em uma mensagem que foi emitida de um ponto a outro. Segundo Nascimento e Prudente (2016), “quanto maior for a variabilidade de símbolos a incerteza probabilística ligada ao sistema será maior, assim temos tal variabilidade remetendo a duas interpretações complementares: quantidade de informação ou incerteza probabilística”.

De maneira análoga, pode-se dizer que a expressão desenvolvida por Shannon é capaz de calcular a quantidade de incerteza existente em uma trajetória aleatória similar a matriz de transição markoviana descrita no item 2.8.2, considerando que a variabilidade de símbolos seja interpretada como a variedade de estados da matriz. A definição matemática da que passou a ser denominada Entropia de Shannon é uma função logarítmica da forma:

$$H(p_1, \dots, p_n) = - \sum_{i=1}^n p_i \log(p_i) \quad (11)$$

Onde:

p_i = probabilidade de ocorrência de cada evento i ; e

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1.$$

Ainda de acordo com Nascimento e Prudente (2016) é importante destacar duas características que podem ser entendidas da Entropia de Shannon:

- a) A entropia máxima só é atingida quando a ocorrência de todos os símbolos é equiprovável (ou seja, não existe tendência de concentração de probabilidades em algum grupo de símbolos);
- b) Quando existe certeza sobre qual símbolo vai ser transmitido, a entropia é zero.

A base logarítmica utilizada é arbitrária, sendo que na expressão matemática do estudo de Shannon foi escolhida a base 2 e esta irá permanecer nos cálculos presentes neste estudo. Outra restrição relacionada a este estudo é que a entropia será aplicada em um sistema composto, ou seja, com mais de uma distribuição de probabilidade. Desta forma, será trabalhada a Entropia de Shannon Conjunta, aplicada a um par de variáveis e sendo apresentada como:

$$H(X, Y) = - \sum_{ij}^n p_{ij} \log(p_{ij}) \quad (12)$$

Onde:

p_{ij} = é a distribuição conjunta de (X, Y) ; e

Desta forma, a entropia conjunta fornece a incerteza associada ao par ordenado. Para o caso de uma matriz de transição, é a entropia relacionada a trajetória de um estado para outro. Neste estudo os dados não seguem uma distribuição normal, no entanto, a entropia de Shannon pode ser aplicada por “tratar bem diferentes tipos de distribuição, além da gaussiana, a entropia de Shannon é tida como uma medida mais satisfatória de incerteza ou espalhamento de uma distribuição de probabilidade do que a medida fornecida pelo desvio padrão” (NASCIMENTO; PRUDENTE, 2016). Desta forma, será possível ter um resultado mais relevante para o auxílio a tomada de decisão.

3.6.2.3 A Entropia das Trajetórias de Markov

Ekroot e Cover (1993) realizaram um estudo com o objetivo de desenvolver uma solução geral para calcular a entropia associada a uma Matriz de Transição de Markov. Este estudo denominado *The Entropy of Markov Trajectories* realizado por Ekroot divide em dois teoremas o processo para chegar à matriz de entropia relacionada às trajetórias. A execução do Teorema 1 relaciona a entropia que o caminho possui de voltar para o próprio estado, enquanto o Teorema 2 completa a determinação da entropia para todas as trajetórias. Para calcular cada um dos teoremas é necessário seguir os procedimentos:

Teorema 1: se tratando de uma matriz irredutível de Markov, a entropia H_{ii} dos caminhos aleatórios do estado i voltarem para o estado i é dada por:

$$H_{ii} = \frac{H(x)}{\pi_i} \quad (13)$$

Onde:

$H(x)$: é a taxa de entropia de Shannon dada na equação (7);

π_i : é a distribuição estacionária (estado estável) da trajetória de Markov.

Na matriz de entropias do Teorema 1 apenas os valores da diagonal em que i é igual a j são calculados. Ou seja, se i for diferente de j , então o valor de H_{Δ} é zero. Esta definição nos traz que:

$$(H_{\Delta})_{ij} = \begin{cases} \frac{H(x)}{\pi_i}, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$

$$H_{\Delta} = \begin{pmatrix} H_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & H_{mm} \end{pmatrix} \quad (14)$$

No entanto, é necessário que todas as trajetórias tenham seu grau de incerteza calculados. Segundo Ekroot e Cover (1993), o Teorema 2 satisfaz esta lacuna considerando os valores que irão complementar a matriz H_{Δ} .

Teorema 2: se P é uma matriz de transição de estado finito irreduzível da cadeia de Markov, então a matriz H de entropia das trajetórias é a expressão:

$$H = K - \tilde{K} + H_{\Delta} \quad (15)$$

Onde:

$$K = (I - P + A)^{-1}(H^* - H_{\Delta});$$

$$A_{ij} = \pi_j, \text{ para todo } i, j;$$

$$H^*_{ij} = H(P_i), \text{ para todo } i, j;$$

$$\tilde{K}_{ii} = K_{jj}, \text{ para todo } i, j; \text{ e}$$

$$(H_{\Delta})_{ij} = \begin{cases} \frac{H(x)}{\pi_i}, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}.$$

Para obter a matriz de entropia do primeiro passo H^* , que é um vetor com linhas de componentes iguais, deve-se calcular a expressão:

$$H^* = - \sum_{i=1}^3 p_{ij} \log_2 p_{ij} \quad (16)$$

$$H^* = \begin{pmatrix} H(P_1) & \dots & H(P_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ H(P_m) & \dots & H(P_m) \end{pmatrix} \quad (17)$$

Conhecendo todos os valores, a matriz H de entropia é calculada, quantificando o grau de incerteza inerente a todos os estados da trajetória. O resultado desta aplicação será exposto no item de análise de resultados e todos os cálculos manipulados para esta etapa estarão dispostos no Apêndice A.

O cálculo é inteiramente matricial, e o resultado da matriz H de entropias expressa a complexidade descritiva das trajetórias, em relação a seus graus de entropia. Deste modo, será possível calcular, caso haja, quais os estados com maior, menor ou nenhuma incerteza de transição e ainda comparar ao resultado obtido com o andamento do estudo de caso que visa acompanhar a implantação de processos em uma empresa, dado um certo estado inicial. O resultado da matriz demonstra qual o caminho mais relevante para levar a empresa do estado

atual ao estado futuro. O item 4.2.1 trará toda descrição da empresa-alvo em seu estado inicial, enquanto o item 4.3, de resultados, informa sobre o estado futuro atingido durante o período de análise do estudo. Mais detalhes sobre este cálculo estarão descritos no próximo item 4.1 – Metodologia.

3.7 Gestão de Mudanças

Mudanças são intervenções, intencionais ou não intencionais, no estado atual de um organismo afetado. No contexto organizacional, as mudanças intencionais geralmente estão relacionadas a estratégia, recursos ou pessoas. O período de transformação geralmente é alvo de resistência do fator humano da empresa. E sendo este fator o de maior grau de importância e maior subsídio para que a mudança ocorra, é necessário que os gestores empreguem esforços suficientes para deixar claro o porquê da intervenção e envolver as pessoas, dando-lhes a capacidade de readaptação às suas funções.

A ABPMP (2013, p. 255) caracteriza o gerenciamento de mudanças da seguinte forma:

É um processo iterativo que utiliza um conjunto de técnicas para auxiliar uma organização e seus colaboradores na transição de um estado atual para um estado futuro sustentável. Promove o alinhamento na organização em momentos de mudança, provê condições para a obtenção de capacidades e conhecimentos necessários, foca objetivos certos, prepara a organização para a mudança e motiva os colaboradores a alcançar resultados sustentáveis.

Fernandes (2008, p. 245) complementa que para acontecer a gestão de mudanças de forma satisfatória é preciso que todas as instâncias avaliem e aprovem a implementação planejada. Esta ação assegura que os objetivos sejam atingidos, assim como a satisfação de clientes e a execução dos planos de contenção de efeitos colaterais da mudança.

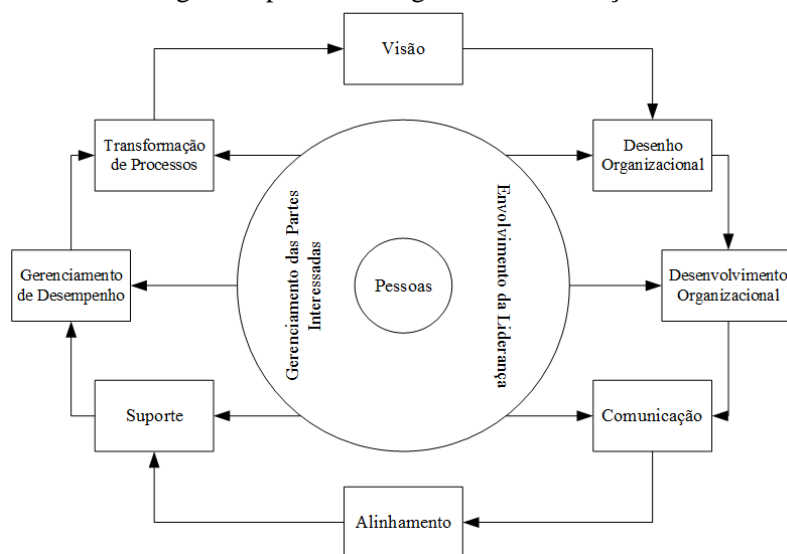
Segundo Alves (2015), organizações podem ser entendidas como “organismos vivos”, sujeitas a alterações de comportamento durante seu tempo de vida. Neste caso, se faz necessário intervir, preventivamente, em busca de adaptações ou correções de cenários, ou ainda a criação de novas situações que visem aperfeiçoamento.

No entanto, a gestão de mudanças é um processo. Ou seja, busca por resultados e deve obedecer a uma estratégia, descrita em procedimentos, e necessita de monitoramento para avaliar a performance aplicada. Para que se chegue ao objetivo, Alves (2015, p. 41) indica:

- a) O apoio da alta administração e de toda equipe; a escolha de um líder com o perfil adequado para o tipo de processo de mudança que venha a ser definido;
- b) A redução de riscos e incertezas inerentes ao processo;
- c) A definição de objetivos estratégicos com o envolvimento de toda a organização;
- d) A definição de uma nova missão e, por fim, é essencial a constituição de uma equipe de mudança, articulada e capacitada, com comunicação eficiente e adequada, que seja flexível e de fácil negociação, capaz de motivar e estimular a participação e o comprometimento dos outros membros da organização

A ABPMP (2013, p. 256) descreve um processo de mudança com as seguintes características expressas na Figura 2:

Figura 2: processo de gestão de mudança.



Fonte: adaptado de ABPMP (2013).

Os elementos dispostos no gráfico destacam atividades que devem estar contidas em uma estrutura que ofereça suporte à transformação pretendida. O núcleo destaca o envolvimento das pessoas, partes interessadas e liderança. Começando pela visão de mudança (que deve estar alinhada à estratégica), as atividades de desenho e desenvolvimento organizacional, comunicação, alinhamento, suporte e gerenciamento de desempenho vão levar a empresa a transformação de seus processos.

A adaptação deste modelo, conforme exija a realidade da organização, é de escolha da equipe designada ao processo de mudança. Esta pesquisa selecionou a estratégia de *gamificação* para prover o estado futuro pretendido de forma mais atenuada.

3.7.1 Gamificação

Pensar a gamificação sem explorar os processos mentais que ocorrem nas pessoas envolvidas com atividades gamificadas pode tornar sua abordagem prejudicialmente superficial (MENEZES *et al.*, 2014). A *gamification* ou gamificação é um termo atualmente utilizado para se referir a situações de aprendizagem em que são empregados *games* como facilitadores deste fim. Porém, trata-se de uma técnica ainda pouco amadurecida nos ambientes científico e empresarial, uma evidência desta afirmação pode ser notada no estudo de Menezes et al. (2014), que coloca:

O próprio termo somente veio a ser mencionado pela primeira vez no início do ano 2002, por Nick Pelling quando da descrição de seu trabalho como consultor de marketing. Entretanto, a expressão e o significado a ele atrelado não receberam a atenção, seja do universo acadêmico ou empresarial, até o segundo semestre de 2010, quando alguns players do segmento da indústria de jogos e eventos científicos da área proporcionaram que o conceito viesse a ser exposto ao grande público, ocupando, a partir daí, um crescente espaço.

Portanto, é necessário que haja uma lógica e planejamento robustos por trás da aplicação, começando pelo entendimento do que é um jogo para posteriormente entender a proposta da gamificação. Huotari e Hamari (2012) explicam que jogos podem ser entendidos como o exercício de sistemas em que os participantes atuam de forma voluntária e que a oposição entre forças, confinada por um procedimento e por regras, produzirá um resultado equilibrado. Neste mesmo estudo, tem-se que a gamificação “se refere a um aprimoramento de processos, a serviço dos recursos e experiências de jogos, a fim de apoiar a criação de valor global ao usuário” (HUOTARI; HAMARI, 2012, p. 19).

Kapp (2012, *apud* Fardo, 2013, p. 202) define *game* como “um sistema em que os jogadores se engajam em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e *feedback*, que resulta em uma saída quantificável e frequentemente provoca uma reação emocional”, o autor complementa que a gamificação é “o uso de mecânicas, estéticas e pensamentos dos games para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas”.

Para (JORGE; SUTTON, 2016) as regras e objetivos resultam em *feedbacks* proporcionados pelos jogos. A aplicação do *game* é sustentada por suas regras e objetivos, proporcionando *feedbacks* em tempo real para os jogadores. Com o *feedback* o jogador normalmente reage emocionalmente e desenvolve engajamento com a realidade mediada pelo jogo.

Se tratando da aplicação em uma organização, os jogadores serão os próprios colaboradores da empresa, ou parte deles. Então, suas características gerais contam para aderência ao jogo. Uma pesquisa executada pela consultoria McCrindle (2012), de origem australiana, traz informações sobre as mudanças entre gerações de trabalhadores de acordo com elementos impactantes a cada geração. A Tabela 1 a seguir mostra um fragmento da pesquisa, intitulada *Generations Defined*¹, que relaciona as gerações e suas influências por itens tecnológicos:

Tabela 1: relação entre gerações e itens tecnológicos.

	<i>Builders</i> 1925-1945	<i>Baby Boomers</i> 1946-1964	Geração X 1965-1979	Geração Y 1980-1994	Geração Z 1995-2010
Ícones Tecnológicos	Rádio (<i>wireless</i>); Motor; Veículo; Avião.	TV (56); Áudio; Cassete (62); Rádio Transistor (55).	VCR (76); <i>Walkman</i> (79); IBM PC (81).	<i>Internet; Email; SMS; DVD (95); Playstation; Xbox; iPod.</i>	MacBook; iPad; Google; Facebook; Twitter; Wii; PS3; Android.

Fonte: adaptado de (McCrindle, 2012).

Nota-se, então, que as Gerações Y e Z são impactadas por dispositivos que dão acesso a jogos, tendo seus comportamentos influenciados por este hábito. Sendo assim, se a organização decide utilizar a estratégia da gamificação para alguma atividade de aprendizado, é mais provável que os jogadores sejam aderentes ao processo e reajam mais facilmente aos mecanismos adotados pelo jogo aplicado, pois “A gamification se mostra uma estratégia útil para condicionar o comportamento humano numa infinidade de situações” (MENEZES *et al.*, 2014).

Quanto a utilização dos jogos em empresas, tem-se que a prática “vem crescendo nos últimos anos, principalmente para as necessidades de treinamentos que proporcione aos colaboradores novas habilidades e competências.” (JORGE; SUTTON, 2016, p. 106).

¹ Pesquisa *Generations Defined*. Disponível em <https://mccrindle.com.au/wp-content/uploads/2018/03/Generations-Defined-Sociologically.pdf> (acesso em 05 de março de 2019).

3.7.2 Games em Ambientes Organizacionais

Segundo (KAPP *et al.*, 2013) existem duas abordagens de gamificação, a extrínseca e a intrínseca. A primeira é a mais usada em ambientes organizacionais pois ocorre quando se une elementos de jogos a um sistema já existente. Já a segunda é ligada ao impulso motivacional para engajar jogadores através do *design* de jogo.

Marczewski (2013) complementa que os *games* que não tem somente o entretenimento como alvo, mas ainda assim proporcionam uma plena experiência de jogo, são os chamados *serious games*. De acordo com este autor, os *serious games* contemplam a seguinte classificação expostas no Quadro 10:

Quadro 10: categorias de classificação dos *serious games*.

Jogos de Ensino	Ensina algo usando a experiência de um jogo.
Simulação	Versão virtual de situações reais, permitindo testes e práticas seguras.
Jogos Significativos	Usa a experiência de jogos para promover uma mensagem significativa ao jogador.
Jogos com Propósitos	Usa a experiência de jogos para criar resultados reais.

Fonte: adaptado de Marczewski (2013).

Dentro das organizações existem muitas situações em que se faz útil a aplicação da gamificação. Estas situações são desdobradas por Menezes et al. (2014) como:

Entre as representações mais utilizadas de gamificação em âmbito e interesse empresarial estão (1) a criação de “barras de progresso” para manter um perfil atualizado num e-commerce ou rede social; (2) sentimento de exclusividade ou de um status diferenciado para aqueles que colaborarem com a empresa naquilo que for necessário (crowdsourcing); (3) jogos e outras formas lúdicas para a realização de treinamentos para colaboradores; e (4) retratos espalhados pela empresa para os “funcionários do mês”.

Neste estudo, o game foi elaborado para a representação (2) e (3) da definição acima, unindo os conceitos de gamificação e jogos de ensino e com propósito e considerando que todos os colaboradores da empresa-alvo deste estudo são das gerações X, Y e Z – sendo que a maioria se encaixa entre a Y e Z, estrutura-se a estratégia escolhida para conduzir a gestão de mudanças na organização, visando trabalhar os processos e a equipe de forma homogênea.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

4.1 Metodologia

A metodologia é o capítulo do estudo com a finalidade de expor suas características, o delineamento da pesquisa, os meios e procedimentos que foram definidos e explorados ao longo da aplicação do trabalho, o universo em que ocorreu a aplicação, e, por fim, os procedimentos estatísticos responsáveis por refinar os resultados da pesquisa.

4.1.1 Caracterização do Estudo

Popper (2008) descreve que as ciências empíricas são sistemas de teorias e que, por este motivo, a lógica do conhecimento pode ser apresentada como uma teoria de teorias. O autor complementa ainda que uma teoria nada mais é que um instrumento ou ferramenta pra predição, potencializando as chances de domínio de uma determinada situação. Sendo assim:

As teorias são redes lançadas para capturar aquilo que denominamos “o mundo”: para racionalizá-lo, explicá-lo, dominá-lo. Os esforços são no sentido de tornar as malhas da rede cada vez mais estreitas (POPPER, 2008, p. 61).

No entanto, para que haja a construção de uma teoria é necessário estabelecer métodos científicos de pesquisa. Lakatos e Marconi (2003, p. 155) definem pesquisa como sendo “um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”. Segundo Lakatos e Marconi (2003), para desenvolver um projeto de pesquisa se compreendem os seis passos seguintes:

- a) Seleção do tópico ou problema para investigação;
- b) Definição e diferenciação do problema;
- c) Levantamento de hipótese do trabalho;
- d) Coleta, sistematização e classificação dos dados;
- e) Análise e interpretação dos dados;
- f) Relatório do resultado da pesquisa.

Este procedimento é executado por meio de técnicas de pesquisa que servirão para obtenção do propósito definido pela mesma. Faz parte da técnica determinar, primordialmente, se a pesquisa fará seu levantamento de dados de forma indireta ou direta. Isto significa que o pesquisador deverá escolher entre meios indiretos (Pesquisa Documental ou Pesquisa Bibliográfica) ou meios diretos (Pesquisa de Campo ou Pesquisa de Laboratório) para iniciar seu estudo (LAKATOS; MARCONI, 2003). As principais características destas técnicas é que o primeiro meio tem sua fonte de coletas concentrada em documentos – fontes primárias, que podem ser escritos ou não, no que se trata de pesquisa documental e à bibliografia tornada pública – fontes secundárias, podendo ser artigos de revistas, pesquisas, monografias, teses, etc. Já o segundo meio tem sua fonte de coletas no próprio local onde os fenômenos ocorrem.

O presente trabalho trata-se de uma Pesquisa de Campo e será operacionalizado pelo método *Design Science Research* (DSR). A DSR é “um novo olhar ou um conjunto de técnicas analíticas que permitem o desenvolvimento de pesquisas nas diversas áreas, em particular na engenharia” (LACERDA *et al.*, 2013). Bayazit (2004) complementa que o objetivo da DSR é estudar, pesquisar e investigar o artefato e seu comportamento, tanto do ponto de vista acadêmico quanto da organização alvo do estudo. A aplicação da *Design Science Research* obedece a um processo robusto de projetar artefatos para resolver problemas, avaliar a sugestão desenvolvida e comunicar os resultados obtidos (LACERDA *et al.*, 2013, p. 744). O processo da metodologia DSR é conduzido com a seguinte estrutura:

- a) Conscientização;
- b) Sugestão;
- c) Desenvolvimento;
- d) Avaliação;
- e) Conclusão.

Os resultados serão expressos de forma mista (quali-quantitativa), ou seja, trarão parâmetros estatísticos acompanhados da interpretação qualitativa dos impactos observados na empresa-alvo, com a aplicação do estudo.

4.1.2 Delineamento da Pesquisa

As pesquisas de campo ou estudos de caso requerem uma pesquisa bibliográfica do tema em questão (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 186). Posteriormente a pesquisa

bibliográfica e de acordo com as informações acerca da *Design Science Research*, o seguinte Quadro 11 mostra as etapas e subetapas da DSR que foram utilizadas neste trabalho:

Quadro 11: pontos a explicitar ao longo das etapas de uma DSR.

Etapas de Condução	Saídas de DSR	Pontos a Explicitar
Conscientização	Proposta	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenciar a situação problemática; • Explicitar o ambiente externo e seus principais pontos de interação com o artefato; • Explicitar as métricas e os critérios para a aceitação da solução do artefato (quando não for possível a obtenção de uma solução ótima); • Explicitar os atores que se interessam pelo artefato; • Explicitar as classes de problemas, os artefatos existentes e suas limitações.
Sugestão	Tentativa	<ul style="list-style-type: none"> • Explicitar as premissas e requisitos para a construção do artefato; • Registrar todas as tentativas de desenvolvimento do artefato; • Registrar as razões que fundamentaram a exclusão da tentativa de artefato do desenvolvimento; • Verificar possíveis implicações éticas da aplicação do artefato.
Desenvolvimento	Artefato	<ul style="list-style-type: none"> • Justificar a escolha das ferramentas para o desenvolvimento do artefato; • Explicitar os componentes do artefato e as relações causais que geram o efeito desejado para que o artefato realize seus objetivos; • Explicitar as formas pelas quais o artefato pode ser testado.
Avaliação	Medidas de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Explicitar, em detalhes, os mecanismos de avaliação do artefato; • Evidenciar os resultados do artefato em relação às métricas inicialmente projetadas; • No caso de avaliações qualitativas do artefato, explicitar as partes envolvidas e as limitações de viés; • Evidenciar o que funcionou como o previsto e os ajustes necessários no artefato.
Conclusão	Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Sintetizar as principais aprendizagens em todas as fases do projeto; • Justificar a contribuição do trabalho para a Classe de Problemas em questão.

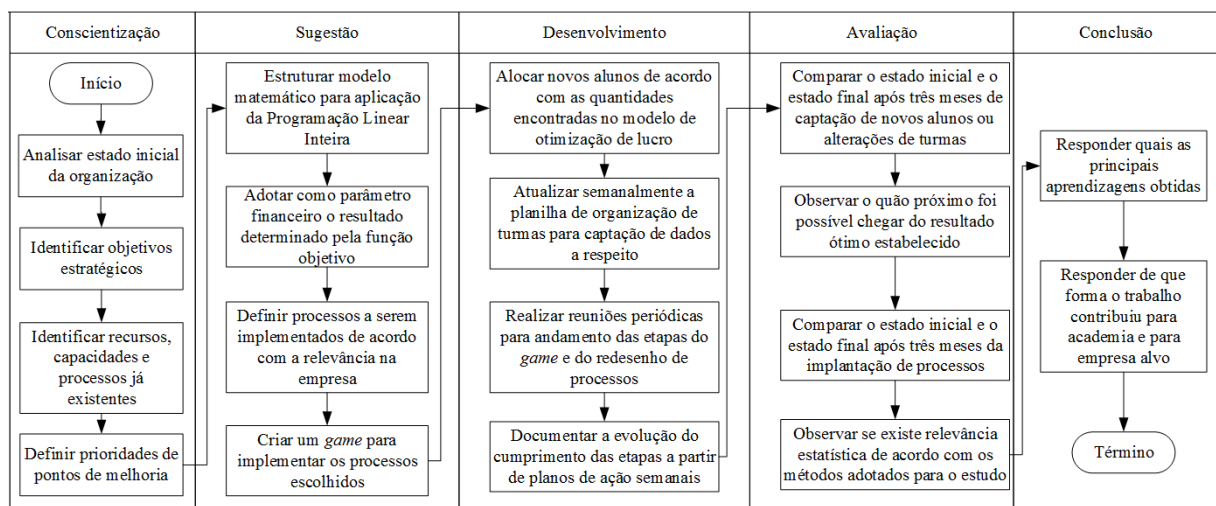
Fonte: Adaptado de Lacerda *et al.* (2013, p. 757).

O estudo compreenderá todas as etapas de condução, conforme será detalhado no fluxograma de procedimentos, seguido do roteiro explicativo da pesquisa que se encontra no próximo item.

4.1.3 Meios e Procedimentos

O detalhamento dos procedimentos escolhidos para execução do estudo se distribui nas 05 (cinco) etapas de condução da DSR. A Figura 3 mostra as macroetapas do processo, de acordo com cada uma das etapas:

Figura 3: processo metodológico.



Fonte: Autora (2019).

- Conscientização:** a primeira etapa da pesquisa inicia com o conhecimento da organização para análise de seu estado inicial. Com a coleta de informações quanto aos objetivos estratégicos, as necessidades e as rotinas que já funcionam, é possível executar as etapas de identificação e descoberta dos processos relevantes, isto é, de acordo com o ciclo de vida BPM, satisfaz-se a etapa de modelos AS-IS. Ainda nesta etapa é feita outra coleta, com a finalidade de compor a estrutura utilizada com o cálculo da Programação Linear Inteira. Este segundo momento conta com o apuramento da disponibilidade de funcionamento, obtido através do cálculo de planejamento de capacidades, revelando a capacidade disponível que a empresa

oferece. Esta informação será importante para definir as restrições para o cálculo da função objetivo, sendo acompanhada da quantidade de turmas que já estão em processo na escola e o máximo de alunos que podem ser admitidos, sem que a qualidade do ensino seja comprometida. Após a conclusão das duas coletas se estabelecem os pontos de prioridade que serão trabalhados;

- **Sugestão:** a etapa de conscientização definiu pontos de prioridade através de um compilado de informações gerado pela empresa. A decisão foi priorizar o processo de negócio mais relevante a organização, de acordo com o seu impacto financeiro e operacional. Diante disso, a função objetivo foi programada para maximização de lucro e os processos a serem implementados serão:

a) Plano Escolar;

b) Plano de Ensino.

Para que esta implementação ocorresse de forma mais homogênea, a gestão de mudanças contou com o a metodologia de *gamification*. Ou seja, foi desenvolvido um jogo com o objetivo de redesenhar os processos, possibilitando também a capacitação e treinamento da força de trabalho em relação a nova prática. O game também tem o propósito de suavizar a implementação, pois já é previsto pela literatura que haja resistência da equipe de trabalho diante do desafio de incorporar novas rotinas;

- **Desenvolvimento:** esta etapa é o ponto de início da mudança. Aqui já é possível contar com os resultados dados pela função objetivo e serão empregados esforços para se aproximar do modelo sugerido. O avanço deste processo é acompanhado semanalmente através da atualização de uma planilha eletrônica que informa sobre alunos matriculados, desistentes e realocados. Simultaneamente, acompanha-se também a etapa de redesenho dos processos, de acordo com o ciclo de vida BPM, é satisfeito o modelo TO-BE. O plano de ensino foi feito para o primeiro semestre da empresa e foi subdividido em três documentos: manual de condutas, calendário e plano interdisciplinar. Já o plano de ensino contará com o plano de curso, plano de unidades e plano de aulas referente ao curso de musicalização infantil, definido como a prioridade a ser modificada, de acordo com os requisitos esclarecidos anteriormente. O avanço das etapas do jogo foi acompanhado e documentado por meio de planilhas de plano de ação, também em período semanal;

- **Avaliação:** são feitas avaliações periódicas semanalmente, para controle das ações e tomadas de decisão a curto prazo, sobre situações que ameacem comprometer o andamento do estudo. No entanto, o cenário futuro a ser descrito e comparado ocorre após 12 semanas da etapa inicial. Os dados coletados dizem respeito a este período, embora, estatisticamente, o avanço dos processos no ambiente financeiro e operacional seja avaliado por ferramentas diferentes, ambos terão o mesmo período de observação;
- **Conclusão:** finalmente, os resultados terão dois destinos, um de interesse da organização que foi submetida ao estudo e outro para contribuição acadêmica. Este último será disponibilizado para que possam se desenvolver futuros trabalhos, caso seja oportuno.

4.1.4 Universo da Pesquisa

Foi delimitado como universo desta pesquisa uma escola de música, categorizada como microempresa. A organização funciona com a prestação de serviços de ensino-aprendizagem no setor privado, localizada na cidade de Paulo Afonso – Bahia. Devido a ação do estudo ter sido restringida somente ao ambiente interno, não serão abordados os impactos que forem além do que está a luz do foco do trabalho.

4.1.5 Processo de Análise Estatística

A pesquisa se estendeu ao longo de 12 (doze) semanas na organização. Por este motivo, os dados coletados não seguem uma distribuição normal. Serão utilizados métodos diferentes para analisar os resultados do estudo, um destinado a identificar a relevância estatística entre a determinação do resultado da função objetivo e o estado final encontrado ao longo do período de avaliação, através do teste de hipóteses de Kruskal-Wallis.

O outro resultado surge com objetivo de avaliar desenvolvimento da incorporação de processos. A incorporação de processos é um cenário bastante incerto, pois o processo de mudança requer envolvimento de toda equipe que será afetada pela ação, causando certo desconforto a rotina já vivida. Segundo a ABPMP (2013, p. 254):

Um dos principais problemas subjacentes a quaisquer mudanças organizacionais é a provável oposição dos atingidos pela mudança, que poderá ocorrer em forma de resistência ativa e total, até das formas mais passivas e sutis que incluem a indiferença.

Este ponto é um agravante à complexidade do momento, e torna a visão de futuro mais turva. Diante desta realidade, decidiu-se por aplicar o cálculo da Entropia de Shannon associada a Matriz de Trajetórias de Markov, o resultado da matriz mostra a quantidade de incerteza associada a cada caminho.

4.1.5.1 Teste de Hipóteses de Kruskal-Wallis

No que tange a relevância estatística entre o resultado determinado pela programação inteira e o estado futuro alcançado, será utilizado o teste estatístico de hipóteses Kruskal-Wallis. Este teste analisa pares de variáveis e demonstra duas hipóteses, a Hipótese Nula (H_0) e Hipótese Alternativa (H_1), submetidas aos indicadores de estatística do teste de Kruskal-Wallis e o valor da significância (valor p).

- **H₀**: esta hipótese mostra que não existem diferenças significativas entre as variáveis;
- **H₁**: esta hipótese mostra que existem diferenças significativas entre as variáveis.

Se a estatística do teste for inferior ao valor do qui-quadrado tabelado e o valor da significância for menor que $\alpha = 0,05$, então tem-se a comprovação de H_0 . Analogamente, se a estatística do teste for superior ao valor do qui-quadrado tabelado e o valor da significância for maior que $\alpha = 0,05$ então rejeita-se a hipótese nula com H_1 . Esta lógica aplicada ao contexto deste trabalho sugere que, para o caso de comprovação da hipótese nula, as variáveis se encontram em valores próximos ao valor determinado pela função objetivo, do contrário, assumirão valores distantes do resultado ótimo calculado com a programação linear inteira.

O procedimento de resolução do teste de Kruskal-Wallis foi executado com auxílio do *software R version 3.5.3*. O resultado dado pelo programa na coluna *difference* indica se existe ou não diferença significativa entre os grupos de valores, desta forma, se *difference* mostrar *FALSE*, não existe diferença e se mostrar *TRUE*, existe diferença. Estes resultados constam no Apêndice B.

4.1.5.2 A Entropia Associada às Trajetórias

Ao final do processo sugerido pelo estudo de Ekroot e Cover (1993) explicados no item 2.6.2.3, tanto do Teorema 1 quanto do Teorema 2, será possível comparar se os resultados encontrados com a matriz H com a aplicação real da implementação de processos. Para o caso de haver proximidade, então o grau de dificuldade desta matriz possibilita enxergar de forma numérica os pontos de maior cuidado diante da mudança. Indicará também quais os caminhos de mais fácil aderência a transformação. Desta forma é possível que a gestão se antecipe a novas tentativas de intervenção com o ciclo BPM. Já para o caso de não haver proximidade, deve-se revisar se a abordagem de determinação de probabilidades da matriz P foi adequada, ou inclusive questionar se o uso da metodologia adotada foi o mais adequado para o problema.

4.2 Implementação de Processos BPM

Esta etapa caracteriza o processo de gestão de mudanças para implementação dos processos. Serão detalhados aqui o ambiente organizacional objeto do estudo de caso, etapas do ciclo de vida BPM desde o início até a concepção de modelos executáveis para incorporação, seguindo o roteiro da *Design Science Research* previsto na metodologia deste estudo.

4.2.1 Ambiente Organizacional

O ambiente organizacional alvo deste estudo trata-se de uma Escola de Música que oferece serviços particulares voltados à música popular. A empresa situa-se na cidade de Paulo Afonso – Bahia e permanece ativa no mercado desde 2014. Sua estrutura de cursos é formada por: baixo, bateria, guitarra, violão, teclado, percussão, técnica vocal e musicalização infantil. Sendo este último o atual foco de aperfeiçoamento, devido à alta demanda. A escola possui um regime de funcionamento definido da seguinte forma:

- **Manhã:** das 09:00h às 12:00h;
- **Tarde:** das 14:00h às 18:00h;
- **Noite:** das 18:00h às 22:00h;

- **Sábados:** das 09:00 às 12:00.

As aulas possuem duração de 60 (sessenta) ou 90 (noventa) minutos e podem ser individuais ou em grupo – de no máximo quatro pessoas, quantidade estabelecida pelos gestores para assegurar a qualidade do ensino. O público-alvo da organização é caracterizado por crianças, jovens e adultos, sejam homens ou mulheres, entre os 05 (cinco) e 65 (sessenta e cinco) anos de idade. Atualmente, a escola também atende clientes de cidades próximas a cidade sede. A estrutura física caracteriza-se em três salas, sendo que uma é destinada para, além das aulas, atender a ensaios e práticas em conjunto interdisciplinares.

Por se tratar de uma microempresa, sua estrutura organizacional é enxuta, contando com apenas três cargos: Diretoria Geral, Auxiliares Administrativos e Professores. Estes cargos, unidos aos alunos e pais de alunos, compõem a chamada Comunidade Escolar, ou seja, são todos os interessados diretos aos serviços oferecidos. Este trabalho manteve seu foco de atuação apenas com os componentes da estrutura organizacional, não incluindo os impactos causados aos clientes e consumidores, sendo esta análise uma oportunidade para estudos posteriores.

4.2.2 Análise do Estado Inicial da Organização

O início da pesquisa buscava caracterizar a empresa quanto ao nível de maturidade atual de seus processos. Foi diagnosticado que se trata de uma organização com processos de negócio no estado inicial ou estado *ad-hoc*, segundo a ABPMP (2013). Isto significa que:

Organizações em estado inicial possuem pouca ou nenhuma compreensão e definição sobre os processos interfuncionais ponta a ponta e baixa visibilidade sobre os verdadeiros meios de entrega de valor para o cliente. Embora possam existir fragmentos da descrição de atividades funcionais (ABPMP, 2013, p. 347).

No entanto, foi possível coletar os objetivos estratégicos contidos no Planejamento Estratégico da escola. Estes incluíam a necessidade de um calendário de atividades (como recitais, workshops, etc.), planos para integração entre os alunos de variados cursos e a criação de regras para o convívio da comunidade escolar. Desta forma, foi identificado que o primeiro processo a ser desenhado seria o Plano Escolar, contendo calendário semestral, plano interdisciplinar e manual de condutas.

Ainda nesta etapa foi estudado o planejamento de capacidades da empresa. O resultado da capacidade disponível foi utilizado como base para montagem da função objetivo calculada com o modelo de programação linear inteira. A capacidade disponível é produto da multiplicação da jornada de trabalho diária pela quantidade de dias e semanas contidas em um mês, não levando em consideração as perdas planejadas e nem as não planejadas. Neste caso, como há funcionamento aos sábados, será somado o valor das horas de funcionamento por mês durante os sábados ao produto anterior. Deste modo, obteve-se o seguinte resultado demonstrado na Tabela 2:

Tabela 2: cálculo da capacidade disponível.

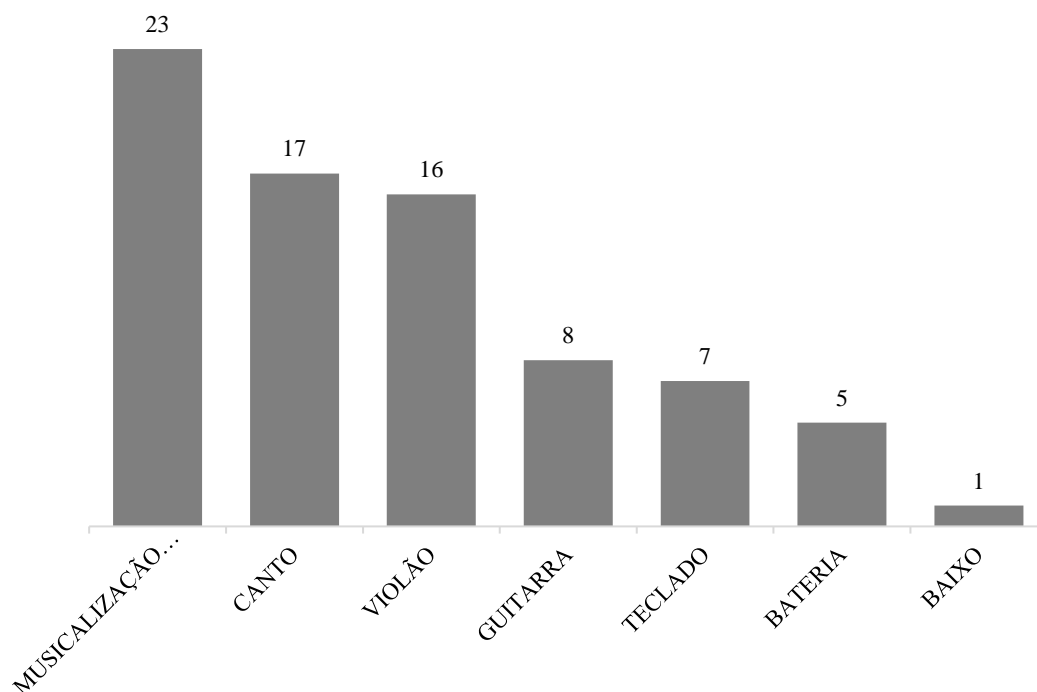
Capacidade Disponível	Semanas (por mês)	Dias (por semana)	Horas (jornada diária)	Sábados (horas/mês)	Resultado
	4	5	10,5h	12	222h

Fonte: Autora (2019).

Este resultado é referido a cada sala, então, ao todo, a escola possui 666h de capacidade disponível para exercer suas atividades. O plano escolar foi o primeiro processo a ser priorizado, porém, somente ele não atende a característica de processo interfuncional ponta a ponta, dando luz a necessidade de haver processos de plano de ensino para todos os cursos oferecidos pela escola. Um plano de ensino é composto por outros três planos, o de curso, de unidades e de aulas.

Considerando que a escola oferece oito cursos e que a elaboração do plano de ensino para todos eles consumiria bastante tempo e dedicação dos professores, foi tomada a decisão de fracionar as elaborações, iniciando o processo pelo curso que ocupa mais alunos e demanda mais cuidados à empresa. De acordo com uma consulta interna a estas informações, o curso de musicalização infantil apresentou número de turmas superior aos outros cursos, como mostra o Gráfico 1:

Gráfico 1: relação de quantidades de turmas.



Fonte: Autora (2019).

Durante o período em que houve a consulta, não constavam turma para o curso de percussão. O resultado deste procedimento foi determinar que a prioridade de implantação do processo de plano de ensino foi direcionada ao curso de musicalização infantil. O passo seguinte diz respeito ao planejamento das mudanças, uma vez que já foram estabelecidas as primeiras prioridades da implementação.

4.2.3 Planejamento das Mudanças

Com a identificação dos processos a serem implementados já concluída, de acordo com o andamento do ciclo de vida BPM, a ação seguinte é desenhar os processos da forma como funcionam no presente. Porém, os processos escolhidos são inéditos para organização, impedindo o desenho atual dos mesmos. O trabalho seguiu com a execução da etapa de redesenho, concebendo modelos futuros (modelos TO-BE) e posteriormente a implementação destes.

Dentro do planejamento das mudanças houve a formulação e cálculo da programação linear inteira. O motivo de ter aplicado esta ferramenta da Pesquisa Operacional foi oportuno, pois, devido aos recursos físicos da escola serem reduzidos, com apenas três salas, é interessante que se tenha um modelo que determine qual seria a melhor utilização do espaço, traduzidas em capacidade disponível. A empresa conta ainda com pouco poder de gestão, de modo que a quantidade total de alunos também influencia no gerenciamento do dia-a-dia das rotinas de trabalho. Unindo tais considerações à informação sobre a quantidade de turmas já existentes, desenvolveu-se uma função objetivo com intenção de maximizar lucro. Assim é possível direcionar a admissão de novas turmas de modo que se aproxime do resultado determinado pela função e continuar com as mudanças potencializando a saúde financeira da empresa. Seguindo a estruturação sugerida pelo item 2.6.2, que mostra uma generalização do modelo de programação linear inteira, tem-se o modelo calculado neste estudo exposto abaixo:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Maximizar} & Z = 70x_1 + 48x_2 + 50x_3 + 84x_4 + 156x_5 + 228x_6 \\
 \text{Sujeito às restrições} & 4x_1 + 4x_2 + 6x_3 + 6x_4 + 6x_5 + 6x_6 \leq 666 \\
 & 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 2x_4 + 3x_5 + 4x_6 = 200 \\
 & x_1 \geq 8 \\
 & x_2 \geq 19 \\
 & x_3 \geq 24 \\
 & x_4 \geq 10 \\
 & x_5 \geq 3 \\
 & x_6 \geq 8 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \text{ e } x_6 \geq 0 \\
 & x_j = \text{números inteiros (para } j = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ e } 6)
 \end{array}$$

Onde:

- x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 e x_6 : turmas classificadas de acordo com a carga horária e margem de lucro mensais, ou seja:
 - x_1 – turma individual infantil, 4h mensais e R\$ 70,00 de margem de lucro;
 - x_2 – turma individual, 4h mensais e R\$ 48,00 de margem de lucro;
 - x_3 – turma individual especial, 6h mensais e R\$ 50,00 de margem de lucro;
 - x_4 – turma com dois alunos, 6h mensais e R\$ 84,00 de margem de lucro;
 - x_5 – turma com três alunos, 6h mensais e R\$ 156,00 de margem de lucro;
 - x_6 – turma com quatro alunos, 6h mensais e R\$ 228,00 de margem de lucro;
- $4x_1 + 4x_2 + 6x_3 + 6x_4 + 6x_5 + 6x_6 \leq 666$: restrição da quantidade de carga horária mensal por turma e a capacidade disponível;
- $1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 2x_4 + 3x_5 + 4x_6 \leq 200$: restrição da quantidade máxima de alunos por modalidade de turma e a quantidade máxima de alunos que a escola suporta;
- $x_1 \geq 8$; $x_2 \geq 19$; $x_3 \geq 24$; $x_4 \geq 10$; $x_5 \geq 3$ e $x_6 \geq 8$: estas restrições são relacionadas às turmas já existentes de cada tipo e que não podem ser desfeitas;
- As demais restrições, de não negatividade e valor inteiro já são conhecidas.

O modelo foi calculado com auxílio do *software* Lindo® 6.1/Lingo 18.0 e a solução ótima da função objetivo se tornou uma referência, possibilitando que em 12 (doze) semanas de monitoramento surgissem resultados relevantes em torno desta análise. Tais resultados serão detalhados no item 5, específico para apresentação do que foi extraído do estudo.

Após a determinação de todas as prioridades, inicia-se o plano de ação que irá contemplar todos os pontos levantados anteriormente. Com o propósito de envolver toda equipe interna da empresa no processo de mudança, foi utilizada a metodologia da gamificação. A proposta de trabalhar com um *game* capaz de tornar a mudança mais atenuada e ao mesmo tempo colaborativa foi atendida com a aplicação do *Fuzza Game*, criado exclusivamente para conduzir e gerenciar a incorporação de processos na empresa alvo deste estudo. O game foi aplicado num período de 12 (doze) semanas e sua metodologia contou com três divisões importantes:

- **Instabilidade:** a etapa tem este nome por se tratar do momento em que ainda serão conhecidos os aspectos fragilizam o andamento das rotinas. Pensando em identificar estes aspectos, foi feita uma primeira reunião em que todo o pessoal da

empresa declarou os problemas que enfrenta no dia-a-dia. Ainda nesta reunião foram definidas as equipes que trabalhariam juntas desde o início até o final do jogo, o cronograma de treinamentos e as metas iniciais para integração com a metodologia. A etapa de instabilidade ocupa um período de quatro semanas;

- **Adequação:** esta divisão é caracterizada pela finalização dos treinamentos, avaliação do desempenho atingido com a execução das primeiras metas, determinação das novas metas (desta vez já relacionadas aos processos) e acompanhamento das primeiras ações feitas em relação ao redesenho dos processos futuros. Esta etapa também se desdobrou em quatro semanas;
- **Estabilidade:** por fim, a etapa de estabilidade irá percorrer o mesmo tempo que as suas antecessoras. Sendo que, não há mais treinamentos, e ocorre a execução de metas relacionadas à implementação dos processos já redesenhados. Ao finalizar o período total, serão apurados todos os resultados alcançados, além do anúncio das equipes que conseguiram cumprir todos os desafios como equipes vencedoras. Estas terão a devida recompensa e o *game* estará aberto a um *feedback* final.

O critério de divisão das equipes foi feito de acordo com sua estrutura organizacional, sendo que, foi necessário fazer mais de uma equipe com professores devido a quantidade de profissionais existentes que inviabilizava a estruturação de uma equipe apenas com oito componentes. Desta forma, foram formadas quatro equipes, como mostra o Quadro 12 abaixo:

Quadro 12: estruturas de equipes do *game*.

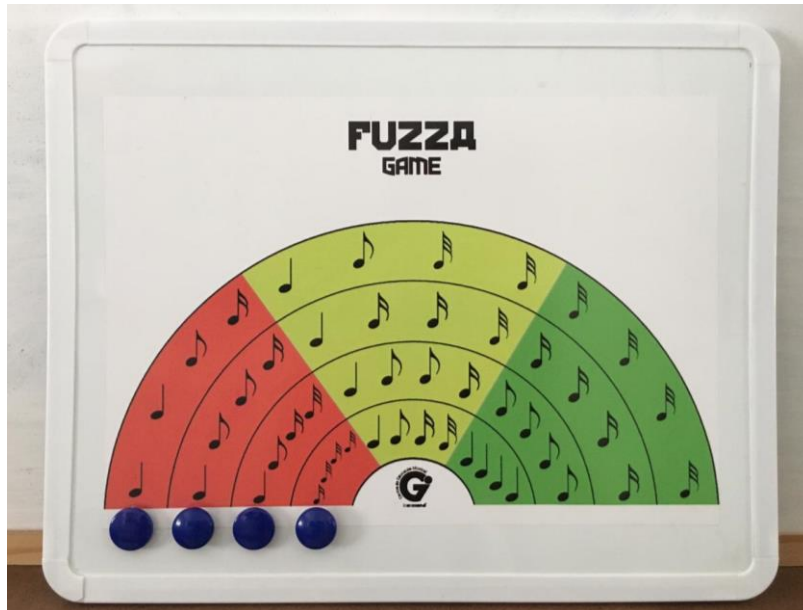
Equipes	Cargo	Quantidade de componentes
Equipe 1	Direção Geral	2
Equipe 2	Auxiliares Administrativos	2
Equipe 3	Professores	4
Equipe 4	Professores	4

Fonte: Autora (2019).

A estruturação tinha por objetivo tornar o pessoal mais responsabilizado pelos processos referentes aos cargos em que atuam e conhecer o que é de responsabilidade dos demais integrantes da empresa. Desta forma, se torna mais eficiente delinear os atores de cada

processo e quais serão suas atribuições para manutenção da execução das novas rotinas de trabalho. Definidos o período e as características das equipes, foi concebido o *game*, na forma de tabuleiro plotado em quadro magnético para manipulação das peças. A Imagem 4 abaixo mostra a estrutura física do *game*:

Figura 4: estrutura física *Fuzza Game*.



Fonte: Autora (2019).

O *design* faz referência a um gráfico de velocímetro, em que as três divisões são expressas pelas cores vermelha, amarela e verde para os estados de instabilidade, adequação e estabilidade, respectivamente. As peças de imã (cor azul) atuam como ponteiro do velocímetro, indicando em que estágio a equipe se encontra no jogo. Os semicírculos representam as equipes (no caso, quatro equipes resultam em quatro semicírculos) organizadas de dentro pra fora da estrutura. Ou seja, a equipe 1, Diretoria Geral, é o primeiro semicírculo de dentro pra fora, o restante das equipes ocupa os outros espaços em ordem crescente. Podem ser identificados 12 (doze) raios, alinhados com os elementos musicais simbólicos, quantificando o período, em semanas, que o *game* estará em ação.

Todo o plano de ação do jogo foi planejado e monitorado através da ferramenta 5W2H, com o objetivo de facilitar a análise de avanços das etapas e executar outros elementos de jogos como desafios aleatórios, momentos de *feedback* e integração que não se encaixam com o objetivo deste estudo, e por este motivo não serão aqui documentados.

4.2.4 Implementação das Mudanças

A finalização do planejamento é seguida da execução das ações de mudança. Para este fim, as responsabilidades foram distribuídas como desafio do jogo da segundo mostra o Quadro 13:

Quadro 13: desafios das equipes para o *game*.

Equipes	Desafios
Equipe 1	Elaborar plano escolar, planos de curso e planilha de acompanhamento semanal.
Equipe 2	Atualizar constantemente a planilha de acompanhamento semanal.
Equipe 3	Elaborar plano de unidades e de aulas para o curso de musicalização infantil.
Equipe 4	Elaborar plano de unidades e de aulas para o curso de teclado.

Fonte: Autora (2019).

Em outras palavras, o grupo de gestão ficou responsável pela elaboração dos documentos gerais, que nortearam as outras equipes a realizarem suas atividades específicas. O plano escolar e de curso são os pilares para que seja possível realizar o plano de ensino, de modo que, não é possível elaborar um plano de ensino sem o conhecimento prévio dos outros dois documentos. O plano de cursos é um documento geral e deve ser elaborado pela gestão, para que posteriormente os professores possam construir seus planos de unidades e de aulas de acordo. Com a finalização dos três planos é possível chegar ao processo de negócio da organização, ou seja, o plano de ensino. O plano escolar atua como processo de suporte ao plano de ensino por trazer informações que sustentam normas, calendário e a dinâmica utilizada para atingir os objetivos estratégicos.

Já o acompanhamento semanal feito pela equipe 2 (assistentes administrativos) age diretamente com a utilização de recursos, ou seja, matrículas de alunos, consulta a horário dos professores, agendamento e reagendamento de aulas, assiduidade de pagamentos e frequência de alunos e professores. Porém, antes de irem para as atividades específicas, todas as equipes receberam treinamentos sobre áreas importantes para o andamento da mudança como introdução ao conceito e utilização de processos, planejamento, comunicação e trabalho em equipe. Os treinamentos ocorreram de forma presencial em reuniões periódicas com todos os membros das equipes, ou com pelo menos um representante de cada.

4.3 Interpretação dos Resultados

Esta seção mostra toda relação de resultados observados ao longo deste estudo de caso. Primeiramente, serão descritos os resultados providos do modelo de programação inteira, com auxílio do *software* Lindo® *version* 6.1, em sequência apresenta-se os avanços coletados no período de análise e a relevância das diferenças identificada pelo teste de Kruskal-Wallis, calculado com o auxílio do *software* R *version* 3.5.3. Em segundo momento, será explicitado o apurado da implementação dos processos, isto é, a demonstração o processo probabilístico encontrado com o cálculo de entropia das cadeias de Markov contendo seus resultados expostos e comparados com o avanço das atividades, ilustradas por gráfico de Gantt, e, por fim, serão conhecidos os modelos de processos executáveis expostos em formato BPMN através do *software* Bizagi Modeler *version* 3.4.

4.3.1 Análise de Resultados da Programação Linear Inteira

Após submeter o modelo matemático da função objetivo e todas as restrições do problema ao *software* LINDO®, o resultado da maximização da função objetivo foi de R\$ 16.428,00 com a seguinte interpretação das variáveis dispostas na Tabela 3:

Tabela 3: resultado da PLI.

Variável	Quantidades ótimas	Custo reduzido
x_1	69	-140
x_2	19	-48
x_3	24	-50
x_4	10	-84
x_5	4	-156
x_6	14	-228

Fonte: Autora (2019).

No entanto, houve uma particularidade para a variável x_1 . A coluna Custo Reduzido tem a função de indicar quando as variáveis participam da solução e qual coeficiente seria mais

impactante. Para o caso de valores positivos, a interpretação é que a variável não participa da otimalidade da solução e implica que haverá penalidades caso o valor da variável seja forçado. Já se os valores forem negativos, entende-se que as variáveis participam do resultado ótimo a cada unidade produzida com o coeficiente indicado. Neste modelo, todos os valores foram negativos e apenas o valor do coeficiente de x_1 foi alterado para o dobro do seu valor original. Isto significa que para a função obter uma solução ótima, a margem de lucro – coeficiente, de x_1 deve assumir o valor de R\$ 140,00 ao invés de R\$ 70,00. Outros resultados apresentados pelo LINDO estão apresentados na Tabela 4:

Tabela 4: análise de sensibilidade dos resultados.

Restrições	Folga ou Excesso	Preço Dual
2	2	0
3	0	0
4	61	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	1	0
9	6	0

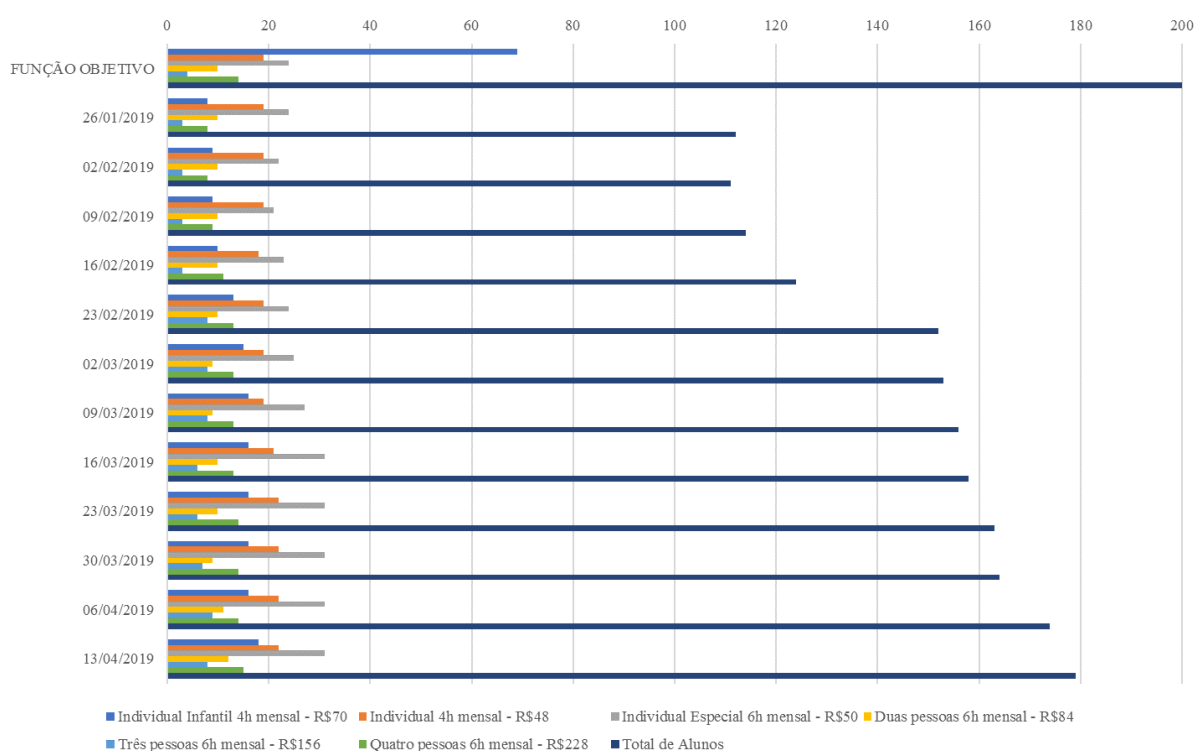
Fonte: Autora (2019).

A coluna referente às restrições apresenta que apenas as restrições 2, 4, 8 e 9 mostram valores diferentes de zero. Já a coluna de folga ou excessos indica as folgas – restrições que possuem sinal de menor ou igual e os excessos – restrições que possuem sinal de maior ou igual no modelo matemático. A restrição 2 (referente a capacidade disponível em carga horária da empresa igual a 666h) possui uma variável de folga com valor 2, isso significa que a solução ótima utilizou 664h do total disponível. As restrições 4, 8 e 9 refere-se às modalidades de turmas e ao volume que cada uma deve atingir para chegar ao resultado ótimo da função que são 61, 1 e 6 respectivamente. Para as restrições que obtiveram valor zero na coluna de folga ou excessos, significa que houve a utilização exata dos recursos disponibilizados.

A coluna Preço Dual verifica os *tradeoffs* relacionados a cada variável. Para o caso de maximização da função, os também chamados preços sombra, indicam que caso ocorra o aumento unitário de cada variável, será atribuído um valor capaz de alterar o lucro da solução final de forma positiva ou negativa, a depender do sinal de cada resultado. Neste caso, todos os valores foram iguais a zero e pode-se entender que para cada valor excedido das variáveis, após o valor ótimo, não se altera o lucro associado.

De acordo com as informações apresentadas, foi feito um acompanhamento através do histórico de matrículas, alterações de turmas e desistências de alunos da escola de música. Estes dados foram atualizados semanalmente, como desafio proposto pelo *game*. Ao fim do período de análise, foi gerado o seguinte gráfico 2 com as composições de turmas através dos avanços de comportamento das entradas, alterações e saídas de alunos:

Gráfico 2: avanços das variáveis com a função objetivo.



Fonte: Autora (2019).

O primeiro nível do gráfico é destinado aos valores determinados pela função objetivo. Os demais níveis demonstram o comportamento de cada variável ao longo do período de análise. Após doze semanas, os dados foram recolhidos para observar a diferença estatística

presente em cada variável por semana, de acordo com o teste de hipóteses de Kruskal-Wallis. O teste procura expressar, de forma estatística, se houve diferença significativa entre os valores determinados pela solução ótima da função objetivo e os valores reais coletados ao longo do estudo. Todos os cenários foram analisados aos pares, de acordo com as três restrições principais: quantidade de alunos, capacidade disponível em carga horária e margem de lucro. A Tabela 5 a seguir mostra o valor da estatística do teste, graus de liberdade e valor de significância do teste de Kruskal-Wallis para cada restrição:

Tabela 5: comparativo entre testes.

Teste	Valor Tabelado	Estatística do Teste	Graus de Liberdade	α	Valor de Significância
Quantidade de alunos	21,026	4,2092	12	0,05	0,9794
Capacidade disponível	21,026	8,8982	12	0,05	0,7116
Margem de lucro	21,026	6,3963	12	0,05	0,8948

Fonte: Autora (2019).

Em ambos os requisitos, os indicadores anteriores corroboram a não rejeição da hipótese nula. Tanto a estatística do teste de Kruskal-Wallis quanto o valor de significância apresentam que não há diferença estatística entre as variáveis. A prova disto é que os valores da estatística do teste calculado pelo *software* são menores que o qui-quadrado tabelado de coordenada (0,95, 12) e o valor de significância foi maior que α em todos os testes. Sendo assim, os valores que foram agregados às variáveis durante o tempo observado neste estudo ficaram próximos o suficiente do valor determinado pela função objetivo para não acusar diferença estatística entre eles. Isto significa que a escola mostra um bom aproveitamento dos recursos que utiliza em termos operacionais e financeiros. Os demais valores encontrados pela resolução do software R serão expostos no Apêndice B deste documento.

4.3.2 Análise de Resultados da Implementação de Processos BPM

O processo de implementação dos processos também foi feito seguindo o fluxo do game, de modo que, a elaboração não poderia assumir ações simultâneas para os processos de

plano escolar e de ensino (ver item 4.4). Sendo assim, foram interpretados três estados para a organização:

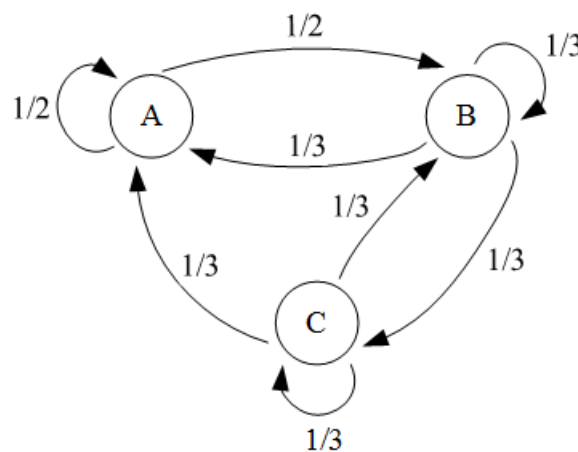
- **Estado A:** Nenhum processo implementado;
- **Estado B:** Processo de planejamento escolar implementado;
- **Estado C:** Processo de plano de ensino implementado.

Esta interpretação permitiu descrever um grafo com as relações probabilísticas entre os estados. A definição das probabilidades seguiu os critérios de equiprobabilidade de Laplace, que segundo Dantas (2004, p. 25) pode ser definida como “um espaço amostral S com N eventos simples, que suporemos igualmente possíveis. Seja A um evento de S composto de m eventos simples”. O autor denota que a probabilidade de A, $P(A)$, é definida com a equação 27:

$$P(A) = \frac{m}{N} \quad (27)$$

De acordo com esta definição e as demais informações, tem-se o grafo expresso na Figura 5:

Figura 5: Grafo de transição de estados da cadeia de Markov.



Fonte: Autora (2019).

As probabilidades definidas significam que a escola pode permanecer sem processos, assim como pode implementar o processo do plano escolar (com manual de condutas, calendário e plano interdisciplinar) em $\frac{1}{2}$ de probabilidade. Mas, não pode sair do zero direto para o plano de ensino, pois o plano de ensino depende do plano escolar. Então, para o caso P_{AC} a probabilidade é zero. Depois de elaborado o plano escolar, ainda existem chances de o

processo não ser praticado, portanto, tende a “voltar” a funcionar como se não houvesse processos. Mas, também pode permanecer no mesmo estado ou evoluir para a implementação do plano de ensino (com plano de curso, plano de unidades e plano de aulas).

De modo análogo ao exemplo anterior, a escola pode não praticar o plano de ensino, e nesse caso pode funcionar ou como se não houvesse processo algum ou como se houvesse somente o plano escolar, também existindo a possibilidade de funcionar com o estado atual. Sendo assim, para os estados B e C, seus caminhos têm 1/3 de probabilidade de ir a qualquer um dos outros estados. Os caminhos mostrados nos grafos são os componentes da seguinte matriz P de trajetórias de Markov, disposta no Quadro 14:

Quadro 14: matriz P de trajetórias de Markov.

	A	B	C
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
B	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
C	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$

Fonte: Autora (2019).

Após estabelecer a distribuição de probabilidades, o passo seguinte é calcular a matriz estacionária. O passo a passo deste cálculo, e dos demais, estará disposto no Apêndice X deste documento. O resultado encontrado é a expressão:

$$\pi = \left(\frac{2}{5}, \frac{2}{5}, \frac{1}{5} \right) \quad (28)$$

Onde: $\pi_1 = \frac{2}{5}$, $\pi_2 = \frac{2}{5}$ e $\pi_3 = \frac{1}{5}$.

Após encontrado o estado estável da trajetória, serão iniciados os cálculos de Entropia de Shannon, relacionando a matriz de trajetória e o estado estável:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^3 \pi_i \sum_{i=1}^3 p_{ij} \log_2 p_{ij} = 1,3508 \text{ bits.} \quad (29)$$

Sendo assim, a taxa de entropia é dada na forma da matriz H^* :

$$H^* = \sum_{i=1}^3 p_{ij} \log_2 p_{ij} \quad (30)$$

$$H^* = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1,58 & 1,58 & 1,58 \\ 1,58 & 1,58 & 1,58 \end{pmatrix} \quad (31)$$

Com os resultados obtidos até este momento, já é possível satisfazer o Teorema 1 do estudo de Ekroot e Cover (1993) que determina a incerteza relacionada a diagonal da matriz de trajetórias, ou seja, a parte da matriz que implica a probabilidade de os estados permanecerem em seus estados A, B ou C. A matriz relacionada ao Teorema 1 é dada por:

$$H_{ii} = \frac{H(x)}{\pi_i} \quad (14)$$

$$(H_{\Delta})_{ij} = \begin{cases} \frac{H(x)}{\pi_i}, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$

$$H_{\Delta} = \begin{pmatrix} 3,377 & 0 & 0 \\ 0 & 3,377 & 0 \\ 0 & 0 & 6,754 \end{pmatrix} \quad (32)$$

No entanto, é necessário conhecer a incerteza relacionada a todos os caminhos possíveis da matriz. O Teorema 2 do estudo de Ekroot e Cover (1993) satisfaz esta questão e seu resultado é exposto a seguir:

$$H = K - \tilde{K} + H_{\Delta} \quad (13)$$

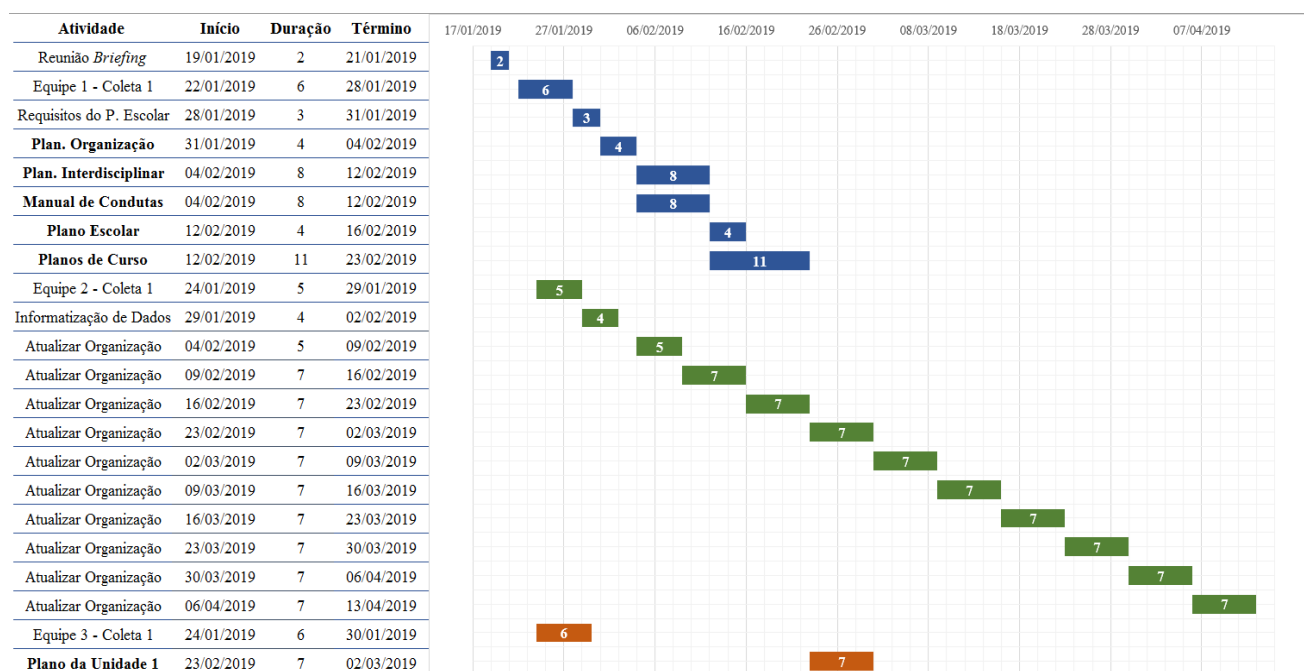
$$H = \begin{pmatrix} 3,377 & 2,005 & 8,754 \\ 4,748 & 3,377 & 6,754 \\ 4,748 & 3,377 & 6,754 \end{pmatrix} \quad (33)$$

A matriz final descreve a complexidade das trajetórias devido ao grau de incerteza relacionado a cada caminho. Pode ser notado, a partir deste resultado, que o maior grau de incerteza está em $P_{AC} = 8,754$ bits, isto é, sair do estado com nenhum processo diretamente para o estado com todos os processos implementados. O menor grau é encontrado no caminho $P_{AB} = 2,005$ bits, que está ligado ao primeiro passo da implementação, saindo do estado sem processos para a implementação do plano escolar. O segundo maior grau de incerteza está em P_{BC} e P_{CC} ambos iguais a $6,754$ bits, indicando que há dificuldades maiores em sair do processo de plano escolar para o processo de plano de ensino e permanecer com este funcionamento.

As probabilidades encontradas na matriz foram confrontadas com os a realidade da aplicação. O caminho P_{AB} pode ser interpretado como a entrega dos planos interdisciplinar, manual de condutas e, por fim, plano escolar. Já que o calendário não se trata de um documento independente e está contido no plano escolar, sua existência fica confirmada à medida que se conclui o plano escolar. A trajetória P_{BC} tem seu início com os planos de curso e finalizaria com os planos de aula. No entanto, não foi possível chegar a última etapa durante o tempo de observação determinado pelas ações e desafios do *Fuzza Game*.

Na matriz de entropias P_{AB} teve seu nível de incerteza calculado em $2,005$ bits e P_{BC} quantificado em $6,754$ bits. Em dias, P_{AB} foi concluído em 23 dias enquanto P_{BC} teve duas etapas concluídas em 18 dias, mas sua última etapa tinha disponibilidade de 42 dias para ser finalizada e não atingiu a expectativa. Estas interpretações reafirmam que existe uma maior incerteza em sair do estado B para o C e uma menor incerteza de ir do estado A para o B. O Gráfico 3 abaixo mostra o acompanhamento das atividades realizadas:

Gráfico 3: acompanhamento das atividades com gráfico de Gantt.

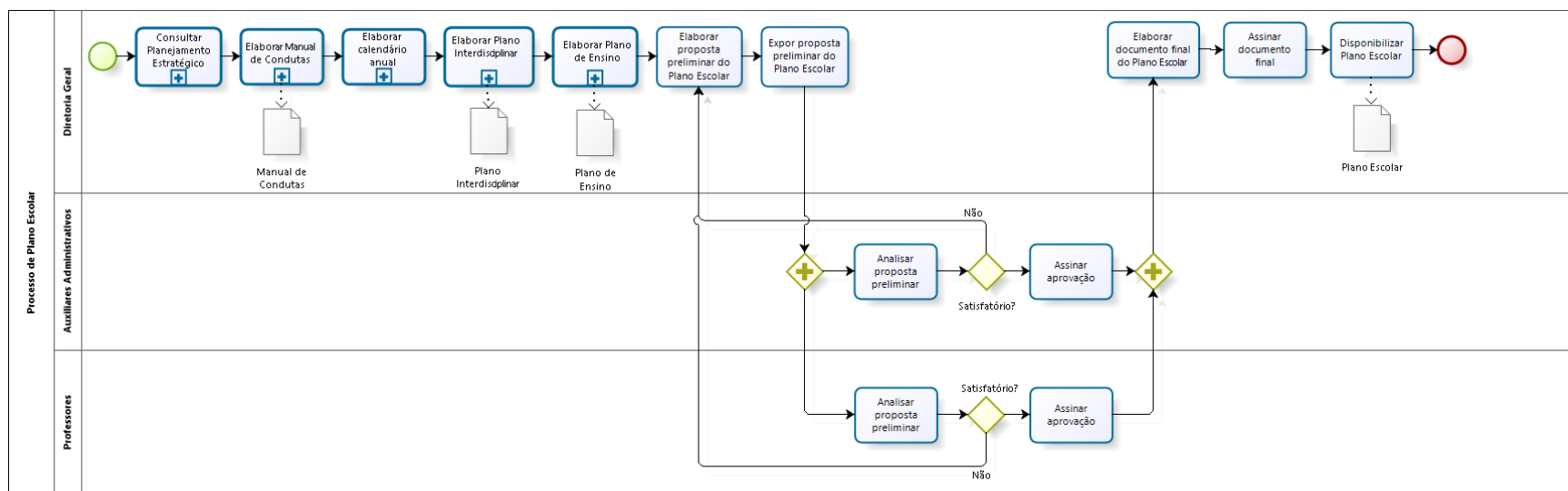


Fonte: Autora (2019).

As barras em azul, verde e laranja são referentes as atividades das equipes 1 (diretoria geral), 2 (auxiliar administrativo) e 3 (professores), respectivamente. Os primeiros processos: plano escolar e organização de recursos, assim como parte do plano de ensino (planos de curso) que é de responsabilidade da diretoria geral foi entregue ainda nas primeiras semanas. Na data 04/02/2019 foi entregue à equipe de auxiliares administrativos a planilha de organização de recursos que alimentou os dados comparativos da programação linear inteira, semanalmente, até a data 13/04/2019.

Esta planilha teve nove semanas de atualização constante respeitando os prazos e demonstrando a aderência da equipe 2 ao *game*. Já na data 23/02/2019 foram entregues os planos de curso as equipes de professores. Durante o período de sete dias foi entregue o plano de unidades referente ao curso de musicalização infantil na data 02/03/2019, porém, a equipe não conseguiu avançar até a etapa final com o plano de aulas que concluiria o processo do plano de ensino. Estes resultados deram abertura a empresa para replanejar ações futuras que se façam mais eficientes na tentativa de concluir a incorporação dos processos de negócio. Os dois processos modelados podem ser conferidos nas Figuras 6 e 7 abaixo:

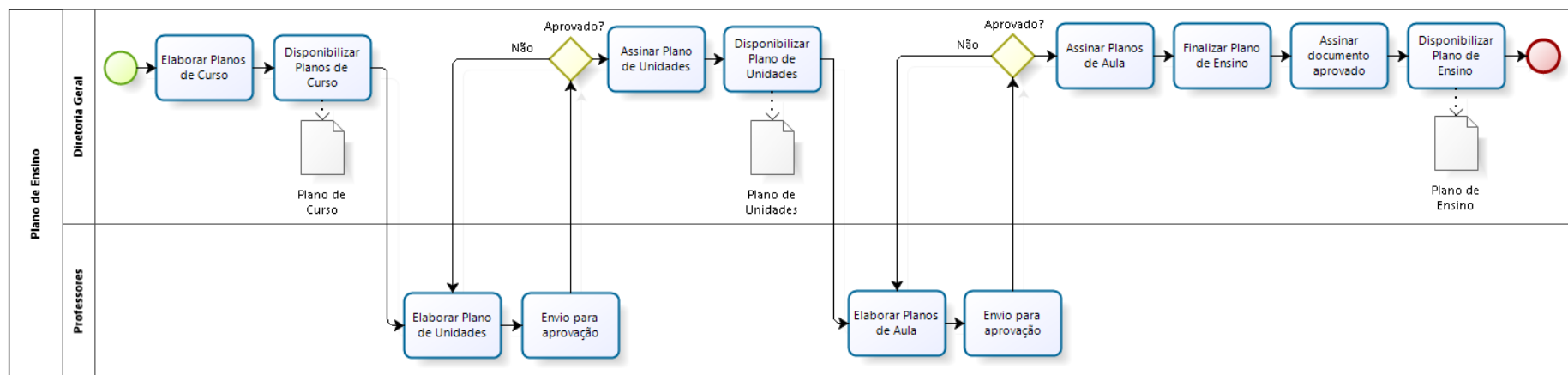
Figura 6: modelo do processo de plano escolar.



Fonte: Autora (2019).

O processo de plano escolar, entendido como processo de suporte, tem início com a consulta ao planejamento estratégico, com a finalidade de desdobrar os objetivos que dizem respeito ao ambiente pedagógico e de convívio diário da empresa. Após a identificação destes pontos, são elaborados os três documentos identificados como principais componentes do plano escolar: manual de condutas, calendário e plano interdisciplinar. Também são disponibilizados no plano escolar os modelos e diretrizes necessárias para elaboração do plano de ensino, processo este que será detalhado posteriormente. A elaboração destes documentos é de responsabilidade da diretoria geral e após aprovação dos auxiliares administrativos e professores será finalizado e disponibilizado para a comunidade escolar.

Figura 7: modelo do processo de plano de ensino.



Fonte: Autora (2019).

O processo de plano de ensino, entendido como processo de negócio da organização, tem início com a elaboração dos planos de curso. Esta etapa também é de responsabilidade da diretoria geral por se tratar de um documento diretamente ligado aos requisitos de cada documento pertencente ao plano escolar. Após a conclusão do plano de ensino, este será disponibilizado aos professores que passarão a dividir e dar conteúdo a cada unidade do curso, conseqüentemente, gerando um plano de unidades que será desdobrado nos planos de aula de cada curso. Todos os planos, depois de elaborados, estarão sujeitos à aprovação da diretoria geral. Com a finalização de todas as etapas, tem-se em mãos o plano de ensino que será disponibilizado para conhecimento da comunidade escolar.

5 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

O processo de implantação da metodologia BPM é uma ação que demanda alto nível de dedicação e empenho de toda a força de trabalho da organização. Por este motivo, é necessário que, desde o início do planejamento das mudanças, haja visão clara e específica do que se deseja alcançar com a transformação. Dentro desta contextualização, este estudo procurou satisfazer a questão: como a adoção do gerenciamento por processos impacta os resultados de uma microempresa?

O objetivo geral de estruturar e aplicar o ciclo de vida BPM até sua etapa de implementação de processos foi atendido através da identificação – com seus limites e impactos, redesenho e incorporação dos processos de plano escolar e plano de ensino da escola de música alvo deste estudo. Os objetivos específicos também foram atendidos completamente através da investigação do estado atual, análise do alinhamento com a estratégia, concepção de metodologias norteadoras do estudo, elaboração de modelos executáveis para os processos e monitoramento do avanço dos ambientes operacionais e financeiros da organização.

Neste estudo foi elaborado com mais robustez o processo de mudanças do estado atual para o futuro. Através do auxílio da Pesquisa Operacional e da metodologia de Gamificação foi possível colher resultados satisfatórios nos dois ambientes propostos. Uma sugestão dada pelo Guia de Processos BPM CBOOK, ABPMP (2013) é que uma parte da visão para mudanças seja direcionada para o aumento da produtividade e da capacidade do negócio de dentro para fora, considerando o enfoque de “fazer mais com o mesmo”. Esta consideração foi trabalhada com a aplicação da programação linear inteira, que considerou todo aproveitamento de recursos disponíveis, para que a empresa chegasse ao estado ótimo de sua margem de lucro, sem que fosse necessário fazer reformas ou novas contratações de serviço.

Outro direcionamento do Guia, diz respeito à equipe de transformação. O direcionamento da mudança deve partir da liderança, complementando a visão de transformação com a motivação e estímulo das pessoas envolvidas para um novo e mais atraente cenário. Neste âmbito, o *Fuzza Game* funcionou de forma satisfatória, envolvendo toda equipe da organização e trazendo resultados relevantes, considerando o tempo de execução da gamificação em relação a complexidade de elaboração dos processos escolhidos para incorporação.

Os resultados apresentados demonstraram que para o que tange a análise dos avanços direcionados pela função objetivo, a organização evoluiu de forma coerente com o modelo determinístico. Com o teste de hipóteses de Kruskal-Wallis, foi possível notar que não houve diferença estatística para nenhuma das restrições das variáveis. Sendo assim, a organização utiliza seus recursos de forma semelhante ao modelo que estima a quantidade ótima de lucro associado a combinação e administração de seus recursos principais. Já para a implementação dos processos, houve avanços que seguiram os graus de incerteza relacionados às transições de estados estipuladas pela matriz de entropia da matriz de trajetória de Markov.

A mudança de estados do estado A para o estado B, P_{AB} da matriz de trajetórias, apresentava o menor grau de incerteza da matriz $P_{AB} = 2,005$ bits, e este caminho foi percorrido ainda no início do período de avaliação. Já a mudança do estado B para o estado C, P_{BC} da matriz de trajetórias, apresentou mais que o dobro da incerteza de P_{AB} , sendo $P_{AC} = 6,754$ bits. Desta forma, observou-se maior dificuldade em elaborar e implementar o plano de ensino, com todas as etapas completas para o curso de musicalização infantil, durante o período de execução do *game*, e, conseqüentemente, do presente trabalho.

5.1 Limitações do Estudo

O trabalho contou com um ambiente organizacional inicialmente sem qualquer contato com o funcionamento de processos. Embora houvesse controle das atividades e do serviço oferecido, a empresa apresentava um perfil de pouco alinhamento entre os objetivos estratégicos e a equipe de força de trabalho. Devido a esta característica, o *game* direcionou o cronograma de forma a atender estas primeiras necessidades antes que pudesse convergir os esforços somente para o tratamento da elaboração e implantação dos processos de plano escolar e de ensino. Muito embora a gestão de mudanças tenha se preparado para executar os treinamentos, a individualidade da absorção de aprendizado com a rotina de trabalho da empresa é um fator influente na velocidade e qualidade de entregas das metas planejadas. Outra limitação é referente à escolha dos métodos utilizados para os cálculos de probabilidade e entropia, uma vez que não houve comparação entre os métodos utilizados e outros modelos disponíveis na literatura.

5.2 Trabalhos Futuros

Diante do exposto, nota-se a importância de se aprofundar no tema, tanto para a área de pesquisas da Engenharia de Produção quanto para o ambiente organizacional. O que foi disponibilizado nesta pesquisa abre margem para trabalhos futuros que preencham a lacuna quanto a eficiência dos métodos utilizados, comparando-os com outras metodologias e ferramentas. O conteúdo do estudo mostra também oportunidades de trabalhos que analisem o desempenho pós implementação do ciclo de vida BPM, com a contribuição da Pesquisa Operacional e a utilização da Gamificação para gestão de mudanças. Por fim, cabe acrescentar que a experiência adquirida nesta oportunidade atesta que a aplicação de todas as ferramentas se caracteriza como bem-sucedida para os objetivos iniciais.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 9000: sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocábulo**. 2005a.

ABPMP. **BPM CBOOK Versão 3.0 – Ano 2013**. *Journal of Chemical Information and Modeling*, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.

ALVES, A. P. M. **Competência em Informação para a Gestão da Mudança nas Bibliotecas Universitárias**. *Biblos: Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação*, v. 29, n.2, 38 – 54, 2015.

ARANA, A. M. F. DA R.; MARTINS, H. G. **Gestão Educacional E Eficácia Escolar: Um Estudo De Caso Nas Escolas Municipais De Duque De Caxias**. p. 114–124, 2012.

ARAÚJO, P. V. DE. **Eu gosto da escola: um estudo sobre o apego ao ambiente escolar**. v. 20, n. 191, p. 377–384, 2015.

ARROYO, M. **Educação Musical na Contemporaneidade**. *Anais do II Seminário de Pesquisa em Música da UFG*, p. 18–29, 2000.

BARRETO, S. et al.. **Technical Assistance to School Network using BPM**. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, p. 1–6, 2018.

BORGES, G. A. **Discutindo Fundamentos da Educação Musical**. 2007.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 20 fev. 2019.

BRONSON, R. **Pesquisa operacional**. São Paulo: McGraw Hill, 1985.

CAPOTE, G. **BPM Para Todos - Uma Visão Geral Abrangente, Objetiva e Esclarecedora sobre Gerenciamento de Processos de Negócio**. 1. ed. – Rio de Janeiro, 2012.

CARVALHO, K. A. de; SOUSA, J. C. **Gestão por Processos: Novo Modelo de Gestão para as Instituições Públicas de Ensino**. 2010.

CHERRY, M. A. **The Gamification of Work**. *Hofstra Law Review*, v. 40, Iss. 4, Article 2, 2012.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações**. [s.l: s.n.], 2003.

COLANGELI, E. F. R.; MELLO, M. A. DA S. **Planejamento De Ensino E Sua Articulação Com A Função Social Da Escola**. *Saberes Pedagógicos.*, v. 2, p. 132–152, 2018.

DANTAS, C. A. B. **Probabilidade: Um curso introdutório**. São Paulo: EDUSP, 2004.

DIONÍSIO, B. **O Paradigma da Escola Eficaz entre a Crítica e a Apropriação Social**. Revista do Departamento de Sociologia da FLUP, v. XX, p. 305–316, 2010.

DUMAS M.; ROSA M. L., MENDLING J., REIJERS H. A. **Fundamentals of Business Process Management**, vol. 1. Springer, 2013.

EKROOT, L.; COVER, T. M. **The Entropy of Markov Trajectories**. v. 39, n. 4, p. 1418–1421, 1993.

FARDO, M. L. **Conjectura: Filos. Educ.** Caxias do Sul, v. 18, n. 1, p. 201-206, jan./abr. 2013.

FERNANDES, A. **Implantando a governança de TI**. 4ª ed.: da estratégia à gestão dos processos e serviços, 2008.

FIOCRUZ. **Manual de Modelagem de Processos em BPMN**. Rio de Janeiro – RJ. Ministério da Saúde. Fundação Osvaldo Cruz. Instituto de Tecnologia em Fármacos Vice - Diretoria de Gestão Institucional. Núcleo de Gestão Integrada. Escritório de Processos de Negócio, 2015.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE – FNQ. **Guia de Referência da Gestão para Excelência**. São Paulo. 2016.

GONÇALVES, J. E. L. **As Empresas são Grandes Coleções de Processos**. RAE - Revista de Administração de Empresas. Jan./Mar. São Paulo, v. 40, n. 1, p. 6-19, 2000.

GUERREIRO-CASANOVA, D. C. **Eficácia Coletiva Escolar: Contribuições das Crenças de Eficácia de Docentes e Gestores Escolares**. v. 5, n. 2, p. 60–80, 2014.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8. ed. [s.l: s.n.], 2010.

HUOTARI, K.; HAMARI, J. **Defining gamification: a service marketing perspective**. MindTrek, 2012.

ISO 9001:2008 – **Sistemas de gestão da qualidade para operações de produção e serviços**. Carlos Henrique Pereira Mello et al. São Paulo. Atlas, 2009.

JORGE, C. F. B.; SUTTON M. J. D. **Games como Estratégia na Construção e Gestão do Conhecimento no Contexto da Inteligência Organizacional**. Perspectivas em Gestão & Conhecimento, João Pessoa, v. 6, Número Especial, p. 103-118, jan. 2016.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R. **The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into practice**. Hoboken: Wiley, 2013.

LACERDA, D. P. et al. **Design science research: a research method to production engineering**. *Gestão Produção*, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LADEIRA, M. B. et al. **Gestão de processos, indicadores analíticos e impactos sobre o desempenho competitivo em grandes e médias empresas brasileiras dos setores da indústria e de serviços**. *Gestão & Produção*, v. 19, n. 2, p. 389–404, 2012.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. [s.l: s.n.], 2003.
LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. 3ª Ed. Goiânia: Editora Alternativa, 2001.

MARCZEWSKI, A. **Gamification: A Simple Introduction & a Bit More**. 2. ed. Tumwater: Amazon, 2013. E-book.

MARTIN, J. C. New York: Amacom, 1996. In: MANGANOTE, Edmilson S. T. **Organização, sistemas e métodos**. 3. ed. Campinas: Alínea, 2005.

MARTINS, B. A.; CHACON, M. C. M. **Implicações do ambiente escolar para a precocidade: uma análise das situações de sala de aula**. *Perspectiva*, v. 36, n. 2175–795X, p. 172–193, 2018.

MENEZES, G. S. et al. **Reinforcement and reward: The gamification treated under a behaviorist approach**. *Projética*, p. 9–18, 2014.

MIRANDA, M. H. G. DE. **Organização e Gestão De Escolas em Educação Básica No Agreste Pernambucano**. p. 1–15, 2018.

MOREIRA, A. DE P. M. **Aplicações da teoria da decisão e probabilidade subjetiva em sala de aula do ensino médio**, 2015.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. 2. ed rev. e atu. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

NASCIMENTO, W. S.; PRUDENTE, F. V. **Sobre um estudo da entropia de shannon no contexto da mecânica quântica: uma aplicação ao oscilador harmônico livre e confinado**. v. 39, n. 6, p. 757–764, 2016.

OLIVEIRA, F. F DE. **Contribuições da Pesquisa Operacional para a gestão da produção e operações: uma análise exploratória da literatura**. Natal – RN. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2011.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo – SP. Atlas, 2004.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. [s.l: s.n.], 2008.

SAMMONS, P. **As características-chave das escolas eficazes**. In: Brooke, Nigel; Soares, José Francisco (orgs.). *Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

SANDER, B. **Administração da Educação no Brasil: Genealogia do Conhecimento**. Brasília: Liber Livro. p. 41–43, 2007.

SILVA, I. F. **Origem e evolução do paradigma da escola eficaz e seus desdobramentos no contexto atual**. p. 707–738, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª edição, São Paulo: Atlas, 2009, 8 p.

SWANWICK, K. **Ensinando música musicalmente**. Tradução de Alda Oliveira e Cristina Tourinho. São Paulo: Moderna, 2003.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo – SP: [s.n.], 2008.

TAVARES, P. A. **Economics of Education Review The impact of school management practices on educational performance: Evidence from public schools in São Paulo**. *Economics of Education Review*, v. 48, p. 1–15, 2015.

XU, L. **Basic Music Education on the Background of Quality Education**. v. 123, n. Icesame, p. 1921–1925, 2017.

APÊNDICE A – Cálculo da Entropia das Trajetórias

- **Teorema 1:**

Definição da matriz P de transição de estado finito irreduzível de Markov:

$$P = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{pmatrix}$$

Cálculo da matriz estacionária (estado estável):

$$\pi_1 = \frac{1}{2}\pi_1 + \frac{1}{3}\pi_2 + \frac{1}{3}\pi_3$$

$$\pi_2 = \frac{1}{2}\pi_1 + \frac{1}{3}\pi_2 + \frac{1}{3}\pi_3$$

$$\pi_3 = 0\pi_1 + \frac{1}{3}\pi_2 + \frac{1}{3}\pi_3$$

$$1 = \pi_1 + \pi_2 + \pi_3$$

Resultado da distribuição estacionária:

$$\pi = \left(\frac{2}{5}, \frac{2}{5}, \frac{1}{5} \right)$$

Onde: $\pi_1 = \frac{2}{5}$, $\pi_2 = \frac{2}{5}$ e $\pi_3 = \frac{1}{5}$

Cálculo da Entropia associada ao estado estável:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^3 \pi_i \sum_{j=1}^3 p_{ij} \log_2 p_{ij}$$

$$H(x) = - \left[\left(\left(\frac{2}{5} \right) \left(\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} \right) \right) + \left(\left(\frac{2}{5} \right) \left(\frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} \right) \right) \right. \\ \left. + \left(\left(\frac{1}{5} \right) \left(\frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} \right) \right) \right] = 1,3508 \text{ bits}$$

Cálculo da diagonal de entropia da matriz (relacionada a capacidade do estado voltar para ele mesmo):

$$H_{\Delta} = \frac{H(x)}{\pi_i}$$

$$(H_{\Delta})_{ij} = \begin{cases} \frac{H(x)}{\pi_i}, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$

$$H_{\Delta} = \begin{pmatrix} H_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & H_{mm} \end{pmatrix}$$

$$H_{\Delta} = \begin{pmatrix} 3,377 & 0 & 0 \\ 0 & 3,377 & 0 \\ 0 & 0 & 6,754 \end{pmatrix}$$

- **Teorema 2:**

$$H = K - \tilde{K} + H_{\Delta}$$

Onde:

$$K = (I - P + A)^{-1} (H^* - H_{\Delta});$$

$$A_{ij} = \pi_j, \text{ para todo } i, j;$$

$$H^*_{ij} = H(P_i), \text{ para todo } i, j;$$

$$\tilde{K}_{ii} = K_{jj}, \text{ para todo } i, j; \text{ e}$$

$$(H_{\Delta})_{ij} = \begin{cases} \frac{H(x)}{\pi_i}, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}.$$

$$H^* = - \sum_{i=1}^3 p_{ij} \log_2 p_{ij}$$

$$H^* = \begin{pmatrix} H(P_1) & \dots & H(P_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ H(P_m) & \dots & H(P_m) \end{pmatrix}$$

$$H^* = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1,58 & 1,58 & 1,58 \\ 1,58 & 1,58 & 1,58 \end{pmatrix}$$

Para o cálculo da matriz K:

$$K = \left[\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 5 & 5 & 5 \end{pmatrix} \right]^{-1} \begin{pmatrix} 1 - 3,377 & 1 - 0 & 1 - 0 \\ 1,58 - 0 & 1,58 - 3,377 & 1,58 - 0 \\ 1,58 - 0 & 1,58 - 0 & 1,58 - 6,754 \end{pmatrix}$$

$$K = \begin{pmatrix} \frac{28}{25} & \frac{3}{25} & -\frac{6}{25} \\ \frac{2}{25} & \frac{23}{25} & \frac{4}{25} \\ -\frac{2}{25} & \frac{2}{25} & \frac{29}{25} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -2,377 & 1 & 1 \\ 1,58 & -1,797 & 1,58 \\ 1,58 & 1,58 & -5,174 \end{pmatrix}$$

$$K = \begin{pmatrix} -2.8518 & 0.5251 & 2.5513 \\ 1.8965 & -1.4804 & 0.5457 \\ 1.8965 & 1.8965 & -6.2082 \end{pmatrix}$$

Logo, \tilde{K} se define como:

$$\tilde{K} = \begin{pmatrix} -2.8518 & -1.4804 & -6.2082 \\ -2.8518 & -1.4804 & -6.2082 \\ -2.8518 & -1.4804 & -6.2082 \end{pmatrix}$$

Por fim, a matriz completa de entropias das trajetórias deste estudo é:

$$H = \begin{pmatrix} 3,377 & 2.005 & 8.754 \\ 4.748 & 3,377 & 6,754 \\ 4.748 & 3,377 & 6,754 \end{pmatrix}$$

APÊNDICE B – Resultado do Teste de Hipóteses de Kruskal-Wallis

- **Teste para quantidade de alunos**

Figura 8: acompanhamento da quantidade de alunos.

	Individual Infantil	Individual	Individual Especial	Duas pessoas	Três pessoas	Quatro pessoas	Total de Alunos
FUNÇÃO OBJETIVO	69	19	24	10	4	14	200
26/01/2019	8	19	24	10	3	8	112
02/02/2019	9	19	22	10	3	8	111
09/02/2019	9	19	21	10	3	9	114
16/02/2019	10	18	23	10	3	11	124
23/02/2019	13	19	24	10	8	13	152
02/03/2019	15	19	25	9	8	13	153
09/03/2019	16	19	27	9	8	13	156
16/03/2019	16	21	31	10	6	13	158
23/03/2019	16	22	31	10	6	14	163
30/03/2019	16	22	31	9	7	14	164
06/04/2019	16	22	31	11	9	14	174
13/04/2019	18	22	31	12	8	15	179

Figura 9: resultado geral do teste para alunos.

Estatística do Teste:		4,2092	Grau de Liberdade:		12	Significância		0,9794
Comparison	difference	Comparison	difference	Comparison	difference	Comparison	difference	Comparison
1	2	FALSE	3	8	FALSE	6	11	FALSE
1	3	FALSE	3	9	FALSE	6	12	FALSE
1	4	FALSE	3	10	FALSE	6	13	FALSE
1	5	FALSE	3	11	FALSE	7	8	FALSE
1	6	FALSE	3	12	FALSE	7	9	FALSE
1	7	FALSE	3	13	FALSE	7	10	FALSE
1	8	FALSE	4	5	FALSE	7	11	FALSE
1	9	FALSE	4	6	FALSE	7	12	FALSE
1	10	FALSE	4	7	FALSE	7	13	FALSE
1	11	FALSE	4	8	FALSE	8	9	FALSE
1	12	FALSE	4	9	FALSE	8	10	FALSE
1	13	FALSE	4	10	FALSE	8	11	FALSE
2	3	FALSE	4	11	FALSE	8	12	FALSE
2	4	FALSE	4	12	FALSE	8	13	FALSE
2	5	FALSE	4	13	FALSE	9	10	FALSE
2	6	FALSE	5	6	FALSE	9	11	FALSE
2	7	FALSE	5	7	FALSE	9	12	FALSE
2	8	FALSE	5	8	FALSE	9	13	FALSE
2	9	FALSE	5	9	FALSE	10	11	FALSE
2	10	FALSE	5	10	FALSE	10	12	FALSE
2	11	FALSE	5	11	FALSE	10	13	FALSE
2	12	FALSE	5	12	FALSE	11	12	FALSE
2	13	FALSE	5	13	FALSE	11	13	FALSE
3	4	FALSE	6	7	FALSE	12	13	FALSE
3	5	FALSE	6	8	FALSE			
3	6	FALSE	6	9	FALSE			
3	7	FALSE	6	10	FALSE			

- **Teste para capacidade disponível**

Figura 10: acompanhamento da capacidade de carga horária.

FUNÇÃO OBJETIVO	Individual Infantil	Individual	Individual Especial	Duas pessoas	Três pessoas	Quatro pessoas	Total de Horas
	4h mensal	4h mensal	6h mensal	6h mensal	6h mensal	6h mensal	
	276	76	144	60	24	84	664
26/01/2019	32	76	144	60	18	48	378
02/02/2019	36	76	132	60	18	48	370
09/02/2019	36	76	126	60	18	54	370
16/02/2019	40	72	138	60	18	66	394
23/02/2019	52	76	144	60	48	78	458
02/03/2019	60	76	150	54	48	78	466
09/03/2019	64	76	162	54	48	78	482
16/03/2019	64	84	186	60	32	78	504
23/03/2019	64	88	186	60	32	112	542
30/03/2019	64	88	186	54	38	112	542
06/04/2019	64	88	186	66	54	112	570
13/04/2019	72	88	186	72	48	120	586

Figura 11: resultado geral do teste para carga horária.

Estatística do Teste:		8,8982	Grau de Liberdade:		12	Significância		0,7116
Comparison		difference	Comparison		difference	Comparison		difference
1	2	FALSE	3	8	FALSE	6	11	FALSE
1	3	FALSE	3	9	FALSE	6	12	FALSE
1	4	FALSE	3	10	FALSE	6	13	FALSE
1	5	FALSE	3	11	FALSE	7	8	FALSE
1	6	FALSE	3	12	FALSE	7	9	FALSE
1	7	FALSE	3	13	FALSE	7	10	FALSE
1	8	FALSE	4	5	FALSE	7	11	FALSE
1	9	FALSE	4	6	FALSE	7	12	FALSE
1	10	FALSE	4	7	FALSE	7	13	FALSE
1	11	FALSE	4	8	FALSE	8	9	FALSE
1	12	FALSE	4	9	FALSE	8	10	FALSE
1	13	FALSE	4	10	FALSE	8	11	FALSE
2	3	FALSE	4	11	FALSE	8	12	FALSE
2	4	FALSE	4	12	FALSE	8	13	FALSE
2	5	FALSE	4	13	FALSE	9	10	FALSE
2	6	FALSE	5	6	FALSE	9	11	FALSE
2	7	FALSE	5	7	FALSE	9	12	FALSE
2	8	FALSE	5	8	FALSE	9	13	FALSE
2	9	FALSE	5	9	FALSE	10	11	FALSE
2	10	FALSE	5	10	FALSE	10	12	FALSE
2	11	FALSE	5	11	FALSE	10	13	FALSE
2	12	FALSE	5	12	FALSE	11	12	FALSE
2	13	FALSE	5	13	FALSE	11	13	FALSE
3	4	FALSE	6	7	FALSE	12	13	FALSE
3	5	FALSE	6	8	FALSE			
3	6	FALSE	6	9	FALSE			
3	7	FALSE	6	10	FALSE			

- **Teste para margem de lucro**

Figura 12: acompanhamento da margem de lucro.

	Individual Infantil	Individual	Individual Especial	Duas pessoas	Três pessoas	Quatro pessoas	Total de Lucro
	R\$ 70,00	R\$ 48,00	R\$ 50,00	R\$ 84,00	R\$ 156,00	R\$ 228,00	
FUNÇÃO OBJETIVO	R\$ 4.830,00	R\$ 912,00	R\$ 1.200,00	R\$ 840,00	R\$ 624,00	R\$ 3.192,00	R\$ 11.598,00
26/01/2019	R\$ 560,00	R\$ 912,00	R\$ 1.200,00	R\$ 840,00	R\$ 468,00	R\$ 1.824,00	R\$ 5.804,00
02/02/2019	R\$ 630,00	R\$ 912,00	R\$ 1.100,00	R\$ 840,00	R\$ 468,00	R\$ 1.824,00	R\$ 5.774,00
09/02/2019	R\$ 630,00	R\$ 912,00	R\$ 1.050,00	R\$ 840,00	R\$ 468,00	R\$ 2.052,00	R\$ 5.952,00
16/02/2019	R\$ 700,00	R\$ 864,00	R\$ 1.150,00	R\$ 840,00	R\$ 468,00	R\$ 2.508,00	R\$ 6.530,00
23/02/2019	R\$ 910,00	R\$ 912,00	R\$ 1.200,00	R\$ 840,00	R\$ 1.248,00	R\$ 2.964,00	R\$ 8.074,00
02/03/2019	R\$ 1.050,00	R\$ 912,00	R\$ 1.250,00	R\$ 756,00	R\$ 1.248,00	R\$ 2.964,00	R\$ 8.180,00
09/03/2019	R\$ 1.120,00	R\$ 912,00	R\$ 1.350,00	R\$ 756,00	R\$ 1.248,00	R\$ 2.964,00	R\$ 8.350,00
16/03/2019	R\$ 1.120,00	R\$ 1.008,00	R\$ 1.550,00	R\$ 840,00	R\$ 936,00	R\$ 2.964,00	R\$ 8.418,00
23/03/2019	R\$ 1.120,00	R\$ 1.056,00	R\$ 1.550,00	R\$ 840,00	R\$ 936,00	R\$ 3.192,00	R\$ 8.694,00
30/03/2019	R\$ 1.120,00	R\$ 1.056,00	R\$ 1.550,00	R\$ 756,00	R\$ 1.092,00	R\$ 3.192,00	R\$ 8.766,00
06/04/2019	R\$ 1.120,00	R\$ 1.056,00	R\$ 1.550,00	R\$ 924,00	R\$ 1.404,00	R\$ 3.194,00	R\$ 9.248,00
13/04/2019	R\$ 1.260,00	R\$ 1.056,00	R\$ 1.550,00	R\$ 1.008,00	R\$ 1.248,00	R\$ 3.420,00	R\$ 9.542,00

Figura 13: resultado geral do teste para margem de lucro.

Estatística do Teste:		6,3963		Grau de Liberdade:		12		Significância		0,8948	
Comparison		difference		Comparison		difference		Comparison		difference	
1	2	FALSE	3	8	FALSE	6	11	FALSE			
1	3	FALSE	3	9	FALSE	6	12	FALSE			
1	4	FALSE	3	10	FALSE	6	13	FALSE			
1	5	FALSE	3	11	FALSE	7	8	FALSE			
1	6	FALSE	3	12	FALSE	7	9	FALSE			
1	7	FALSE	3	13	FALSE	7	10	FALSE			
1	8	FALSE	4	5	FALSE	7	11	FALSE			
1	9	FALSE	4	6	FALSE	7	12	FALSE			
1	10	FALSE	4	7	FALSE	7	13	FALSE			
1	11	FALSE	4	8	FALSE	8	9	FALSE			
1	12	FALSE	4	9	FALSE	8	10	FALSE			
1	13	FALSE	4	10	FALSE	8	11	FALSE			
2	3	FALSE	4	11	FALSE	8	12	FALSE			
2	4	FALSE	4	12	FALSE	8	13	FALSE			
2	5	FALSE	4	13	FALSE	9	10	FALSE			
2	6	FALSE	5	6	FALSE	9	11	FALSE			
2	7	FALSE	5	7	FALSE	9	12	FALSE			
2	8	FALSE	5	8	FALSE	9	13	FALSE			
2	9	FALSE	5	9	FALSE	10	11	FALSE			
2	10	FALSE	5	10	FALSE	10	12	FALSE			
2	11	FALSE	5	11	FALSE	10	13	FALSE			
2	12	FALSE	5	12	FALSE	11	12	FALSE			
2	13	FALSE	5	13	FALSE	11	13	FALSE			
3	4	FALSE	6	7	FALSE	12	13	FALSE			
3	5	FALSE	6	8	FALSE						
3	6	FALSE	6	9	FALSE						
3	7	FALSE	6	10	FALSE						