

UMA PROPOSTA DE ALOCAÇÃO PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS PARA ALOCAÇÃO DE RECURSOS CRÍTICOS COMPARTILHADOS MULTI- PROJETOS

Alex Mareschachi (UFSCar)

mareschachi@gmail.com.br

Fabio Molina da Silva (Dep-UFSCar)

fabio@dep.ufscar.br

Roberto F Tavares Neto (Dep-UFSCar)

tavares@dep.ufscar.br



O gerenciamento de projetos tem desempenhado papel de destaque nos ambientes industriais, pois além do planejamento e controle do próprio dos sistemas de produção em projetos, é por meio de projetos que as empresas implementam o direcionamento de sua estratégia competitividade. É notório que o portfólio de projetos industriais dentro das empresas tem crescido a cada ano. Por outro lado, os recursos para execução desses projetos são limitados, principalmente em termos de recursos humanos qualificados. Pois estes, geralmente são escassos, sobrecarregados e de alto valor para a empresa. A elaboração de cronogramas de projetos considerando o compartilhamento de recursos é uma tarefa difícil e necessária para o planejamento de projetos. Este trabalho teve como objetivo principal apresentar uma proposta de elaboração de cronogramas considerando a alocação de recursos humanos que são críticos e compartilhados entre projetos de modo há minimizar o tempo de finalização do último projeto. A proposta elaborada é inspirado na teoria de programação de ambientes industriais, no caso específico, aqueles com padrão de fluxos denominado Flowshop. O método foi testado em um estudo de caso realizado com projetos de uma empresa de fabricação de material de escritório e escolar, situada no Brasil. A partir de um portfólio de projetos com a mesma prioridade de execução na visão da empresa adaptado ao padrão de fluxo denominado Flowshop, no presente trabalho, a proposta reduz o makespan que é o tempo de execução do último projeto. Desta forma, espera-se que haja um melhor aproveitamento do recursos humanos críticos.

Palavras-chave: projetos, recursos humanos críticos, makespan, priorização de projetos

1. Introdução

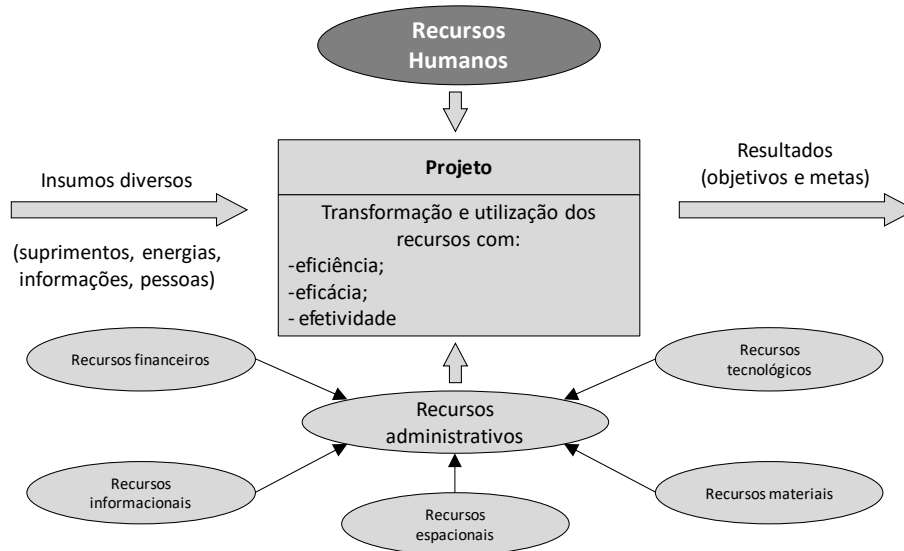
É inquestionável a importância de métodos eficazes e eficientes de gestão de projetos para o mundo empresarial contemporâneo. Nos dias de hoje é raro empresas que não tenham diretorias, setores, áreas, ou iniciativas conduzidas por meio de projetos (LAFETA et. al., 2014).

Para PMI (2008) projeto possui um início e término definidos e tem como objetivo criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Para o sucesso de projetos é fundamental que os recursos disponibilizados sejam alocados e utilizados da melhor forma possível. O papel da fase de planejamento é tomar decisões com as informações disponíveis no momento de modo a criar um cenário futuro para orientar as decisões durante a fase de exercício.

Entre essas decisões destaca-se a alocação de recursos críticos, especialmente recursos humanos críticos, pois são indispensáveis, possuem alto valor reconhecido e, conseqüentemente, estão envolvidos em muitos projetos, portanto, impactam diretamente nos custos, elaboração de cronograma, análise de riscos, qualidade e outras áreas do projeto (PMI - *Project Management Institute*, 2008).

A figura 1 apresenta um sistema de projeto composto por entrada, transformação e saída. Nota-se que os recursos do projeto são denominados recursos administrativos exceto os recursos humanos, que é posicionado acima de maneira destacada.

Figura 1: Projetos e a utilização de recursos



Fonte: Oliveira (2013).

O foco desta pesquisa é sobre a alocação de recursos humanos críticos que são concorridos por um portfólio de projetos de uma empresa de fabricação de itens para escola e escritório. Os projetos que compõem o portfólio de estudo estão relacionados às áreas industriais de engenharia mecânica, de engenharia elétrica e de processos, pois os projetos destas áreas requerem profissionais com alto nível de especialização e elevado custo para organização. Além disso, é importante frisar que os projetos destas áreas englobam 69% dos projetos da empresa escolhida para o estudo de caso e compõem uma carteira de investimento em projetos de 28,7 milhões de reais.

Além da importância desse portfólio de projeto para a empresa, outro fator que impulsionou a sua escolha é a necessidade de pessoas altamente qualificadas para o desenvolvimento do projeto. Estes fatos criam um cenário desafiador para o escritório de projetos liberarem esses profissionais para executar as atividades dos diversos projetos da empresa.

Com base nos conceitos e problemas apresentados foi possível definir a seguinte questão de pesquisa:

Como alocar recursos humanos críticos que são concorridos entre multiprojetos de forma a minimizar o tempo de término do último projeto?

Com vista no problema elencado, o seguinte objetivo foi proposto:

Elaborar uma proposta de alocação de recursos humanos críticos que são concorridos entre projetos.

O objetivo geral proposto foi desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- I. Estudo da literatura sobre Gerenciamento de Projetos, alocação de recursos humanos críticos e programação em ambientes *Flowshop*;
- II. Caracterização da relevância da utilização de um método para alocação de recursos humanos críticos;
- III. Elaboração de uma análise crítica das metodologias para alocação de recursos humanos críticos em projeto.

2. Revisão teórica

2.1. Projeto e gestão

Projeto é o trabalho único a ser elaborado e implementado, com qualidade, responsabilidade de execução, resultado esperado com quantificação de benefícios e prazo de execução preestabelecidos, considerando os recursos humanos, financeiros, tecnológicos, materiais e de equipamentos, bem como as áreas de conhecimento envolvidas e necessárias ao seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 2013). Para Woiler e Mathias (2008), projeto é um conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, coletadas e processadas com objetivo de analisar-se uma decisão de investimento. Roldão (2004) define projeto como uma organização designada a cumprir um objetivo, criado com esse intuito e dissolvida após sua conclusão. Já para Valeriano (2005) e PMI (2008) projeto é um empreendimento temporário realizado para criar um produto, um serviço ou um resultado singular.

2.1.1. Gerenciamento de Projetos

Segundo PMI (2008) gerenciamento de projetos é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos, para Oliveira (2013) o Gerenciamento de projetos tem como missão tratar situações e atividades novas e/ou diferentes.

Existem inúmeras razões que impulsionam o desenvolvimento de projetos. Elas estão em grande parte, associados ao dinâmico relacionamento de diversos fatores nos ambientes de

negócio. A Administração de Projetos pode auxiliar muito as organizações que buscam posicionar-se melhor no mercado, dando maior impulso a todas as possíveis vantagens competitivas que a empresa pode desenvolver e em que pode apoiar-se (MENEZES, 2009). Para Carvalho e Dechamps (2015), empresas que tem nos projetos sua atividade fim, como empresas de consultoria ou de engenharia, é bastante claro que projetos existem para gerar valor para a própria empresa. Já em empresas cujas operações estão baseadas em processos, projetos são frequentemente executados para incrementar sua capacidade de gerar valor pela melhoria de processos existentes, pela implantação de novos processos ou pela criação de novos produtos.

2.1.2. Gestão dos recursos humanos

Para Woiler e Mathias (2008) determinam que a execução dos projetos dependerá fundamentalmente dos recursos disponíveis interna e externamente a empresa, portanto, a disponibilidade de recursos internos e externos poderá limitar o tamanho do processo que se pretende implantar. Os recursos humanos devem ser qualificados com capacidade de liderar e executar a implantação do projeto e seus custos devem estar alinhados com a capacidade de a empresa obter recursos financeiros para pagar. Oliveira (2013) define que a área de recursos humanos ou pessoas pode ser uma das mais complexas, pois trabalhar com pessoas é e sempre será um grande desafio na administração de empresa e projeto.

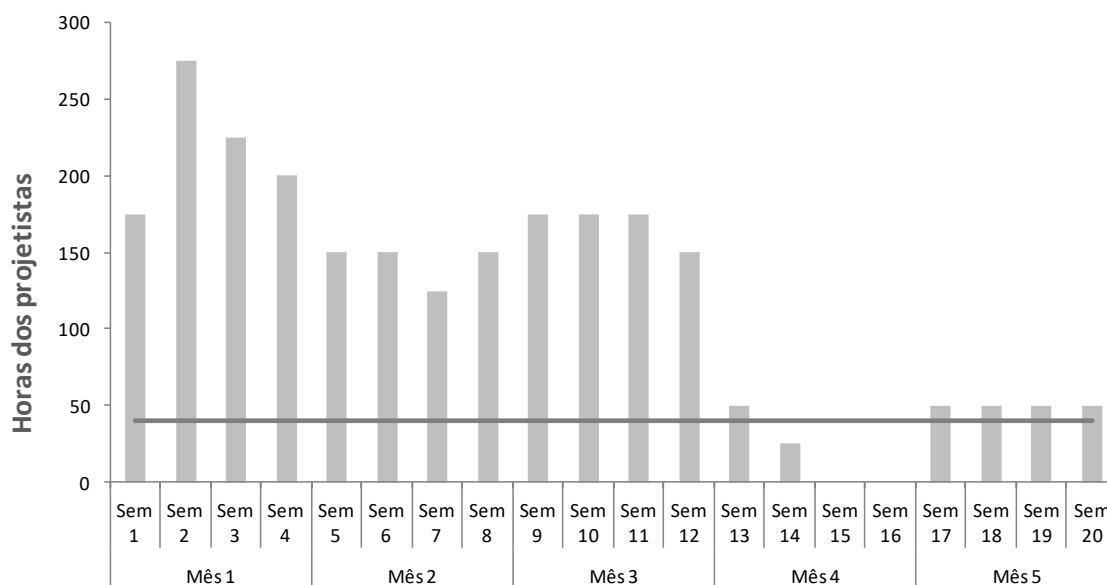
O gerenciamento dos recursos humanos do projeto inclui os processos que organizam, gerenciam e guiam a equipe do projeto, que consiste das pessoas com papéis e responsabilidades designadas para completar o projeto. Seus membros podem ter várias habilidades, atuar em regime de tempo integral, parcial e podem ser acrescentados ou removidos da equipe à medida que o projeto progride (PMI, 2008).

O planejamento dos recursos humanos trata da identificação e documentação dos requisitos e da quantidade de pessoas necessárias, da atribuição de funções, de responsabilidade e das vinculações funcionais do projeto. Pode ser definida logo nas fases iniciais ou modelado de acordo com o andamento do projeto, principalmente em projetos executados em fases sequenciais que possuem dependência dos resultados das fases anteriores (VALERIANO,2005).

Para Carvalho e Rabechine (2011), o exame das necessidades de recurso em projeto é baseado na programação das atividades, uma das tarefas mais ingratas para um gerente. Para Daniel et. al. (2014) o processo de agendamento das atividades com restrição de recursos é um problema que exige atenção especial, pois vários fatores devem ser considerados para que a programação das atividades e a programação dos recursos sejam feitas de forma eficaz e concisa pelos gerentes de projeto. Não cabe ao programador simplesmente alocar tempo e recurso às atividades, mas sim fazê-lo de forma a otimizar a utilização.

Normalmente, as atividades são programadas pelos tempos mais cedo, que gera necessidade alta do recurso humano em determinado período e em outros períodos essa necessidade é quase que desprezível (Figura 2).

Figura 2: Histograma de recursos



Fonte: PMI (2008).

Para Carvalho e Rabechine (2011) o processo de alocação de recursos humanos em projetos deve obedecer aos seguintes passos:

- Alocar os recursos segundo a programação pelo tempo mais cedo;
- Alocar novamente pelo tempo mais tarde;
- Estabelecer as melhores alocações pelo balanceamento;

d) Avaliar os riscos da alocação final.

Na alocação dos recursos no tempo mais tarde é possível perceber a distribuição de forma mais balanceada. Essa técnica colabora com o gerente de projetos a solicitar recursos humanos ao seu projeto, pois torna a solicitação mais argumentada. O nivelamento dos recursos tem como objetivo eliminar os picos de utilização e suavizar sua flutuação no tempo, para isso, as folgas associadas às tarefas não críticas são utilizadas (CARVALHO E RABECHINE, 2011).

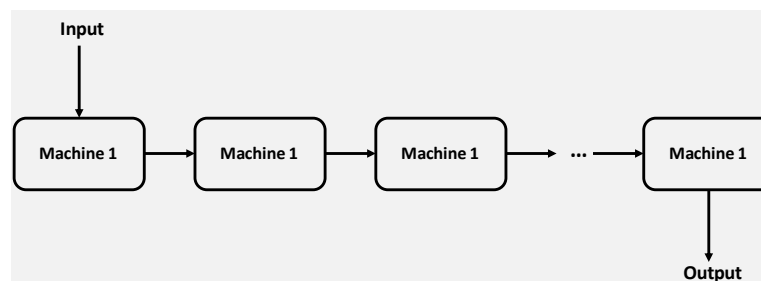
Carvalho e Rabechine (2011, p.212), ainda defendem que:

Os aspectos de formação de equipe mostram uma das facetas do gerenciamento de recursos humanos em projetos. Esse é o lado mais *hard*, ou seja, onde o exercício da engenharia de colocar peça por peça logicamente, da melhor maneira, tem de ser exercido.

2.2. Flowshop

Blazewicz et. al. (1996) define o *Flowshop* como um conjunto de máquinas diferentes (processadores) que executam tarefas de postos de trabalho. Todos os trabalhos têm a mesma ordem de processamento através das máquinas, ou seja, um trabalho é composto por uma lista ordenada de tarefas. A figura 3 ilustra o fluxo de trabalho em um ambiente *Flowshop*:

Figura 3: Fluxo de trabalho em um *Flowshop*



Fonte: Baker (1974).

2.3 Programação e regras de sequenciamento

Vollmann et. al. (2006) define que programa é um plano relativo à sequência de tempos alocados e de operações necessárias para completar um item e possui uma série de passos sequenciais ou um roteiro. Uma sequência total de operações, as restrições sequenciais necessárias, o tempo estimado para cada operação e a capacidade de recursos requerida para cada operação são entradas para desenvolver o plano ou programa detalhado.

2.3. Programação de uma, duas ou mais máquina em um ambiente *Flowshop*

Para Fernandes e Godinho (2010) o problema de sequenciar várias tarefas em uma máquina tendo como objetivo minimizar o tempo total de fluxo, de conclusão, espera, o atraso e o estoque em processo são resolvidos de maneira ótima pelo SPT (*Shortest Processing Time*) - trabalhos são sequenciados na ordem crescente de seus tempos de processamento. Segundo Vollmann et. al. (2006), desenvolver procedimento de programação para duas máquinas é mais complexo sendo assim foi desenvolvido por Johnson (1945-2016) passos de programação para reduzir o tempo total de processamento de todas as tarefas em todas as máquinas, ou seja, reduzir o *makespan*:

Passo 1: selecione a tarefa com o tempo mínimo de processamento na máquina 1 e programe-a primeiro;

Passo 2: selecione a tarefa com o tempo mínimo de processamento na máquina 2 e programe-a por último;

Passo 3: selecione as próximas tarefas conforme passos 1, 2 e defina segunda tarefa e penúltima tarefa, de forma sucessiva os passos deverão ser repetidos até que todas as tarefas sejam programadas.

Segundo Campbell et. al. (1970) e Gupta et. al. (2012) para a programação do sequenciamento que considera mais de duas máquinas, não existe uma solução pré-estabelecida, sendo assim, para resolução deste problema pode-se utilizar a regra de Johnson após a aplicação de alguns passos:

Passo 1: a partir de uma tabela com 3 ou mais máquinas deve-se gerar uma nova tabela com apenas duas máquinas (fictícias);

Passo 2: nesta nova tabela na coluna da primeira máquina fictícia deve-se somar metade da esquerda da tabela original e para coluna com a segunda máquina fictícia deve-se somar metade da direita da tabela original.

2.4. Algoritmo heurístico NEH

O algoritmo heurístico NEH foi criado por Nawaz, Enscore Jr. e Ham (1983), conforme Fernandes e Godinho (2010) o algoritmo promove uma solução rápida e boa, mas não necessariamente uma solução ótima (a melhor solução), por isso, é denominada como algoritmo heurístico. O NEH é baseado no pressuposto de que uma tarefa tem maior prioridade quanto maior seu tempo de processamento, os passos para sua aplicação são:

Passo 1: calcular a somatória do tempo de processamento total de cada trabalho nas diferentes máquinas;

Passo 2: ordenar a somatória em ordem decrescente;

Passo 3: selecionar as duas tarefas com a somatória do tempo de execução maiores e testar a sequência de execução entre as duas para garantir menor tempo de finalização. Após essa definição as duas tarefas em questão devem ficar inalteradas;

Passo 4: inserir próxima tarefa com maior tempo de execução e realizar testes de sequência visando o alcançar o menor tempo de *makespan*.

3. Metodologia da pesquisa

Para mensurar a questão de pesquisa declarada anteriormente este trabalho adotará uma abordagem de pesquisa qualitativa (GANGA, 2012; MELLO; TURRIONI, 2013). Para tanto, será adota como método de pesquisa o estudo de caso único (YIN, 2010), uma vez que se busca a exploração e melhor compreensão de como alocar recursos humanos críticos compartilhados em projetos de maneira a aperfeiçoar essa alocação e beneficiar as metas de prazo, custo e qualidade.

A revisão de literatura realizada (Seção 2) constituiu a base para a adoção de um modelo teórico-conceitual que conterà as variáveis utilizadas na pesquisa. Este modelo foi baseado principalmente nos seguintes autores: PMI (2008), Carvalho e Rabechine (2011), Fernandes e Godinho (2010), Campbell et. al. (1970) e Gupta et. al. (2012). A figura 4

apresenta as variáveis a serem investigadas a partir do modelo teórico-conceitual adotado. Para cada variável existe o resultado esperado, associadas aos objetivos específicos.

Figura 4: Variáveis a serem investigadas

Variáveis a investigar	Objetivos específicos	Resultados esperados
A. Levantar referências bibliográficas sobre o tema de gerenciamento de projetos e gerenciamento dos recursos humanos;	I	Compreender e identificar objetivos do gerenciamento de projetos e recursos humanos.
B. Levantar referências bibliográficas sobre o tema planejamento & controle da produção e métodos de sequenciamento de atividades;	III	Identificação de métodos em áreas distintas a fim de colaborar com a definição do método para alocação de recursos humanos críticos compartilhados;
C. Definir método para alocação de recursos humanos críticos compartilhados;	I e II	Formação de base de dados para estudo de caso, proposta e conclusões do trabalho.

Fonte: próprio autor.

4. Um breve histórico sobre a empresa

A empresa foco do presente estudo teve sua fundação em 1761, em Stein, Alemanha. Mundialmente reconhecida pela qualidade em seus produtos, é a maior fabricante de Lápis de madeira plantada e está presente em mais de 100 países, contando com 14 fábricas, 20 escritórios comerciais e cerca de 7.000 colaboradores em todo o mundo. Produz mais de 1 mil itens diferentes, desde Lápis de cor e de grafite, Giz de cera, massa de modelar, canetas, lapiseiras, marcadores, cds, disquetes, cartuchos compatíveis de impressão até exclusivas canetas-tinteiro. A principal subsidiária do grupo está localizada no Brasil, com cerca de 2.700 colaboradores, formada por uma unidade de produção em São Carlos, no interior de São Paulo, uma unidade de produção de mudas e operações florestais com industrialização da madeira em Prata, Minas Gerais, uma unidade de fabricação de produtos plásticos em Manaus (AM) e uma área de plantio, uma área de preservação permanente em Morretes, Paraná.

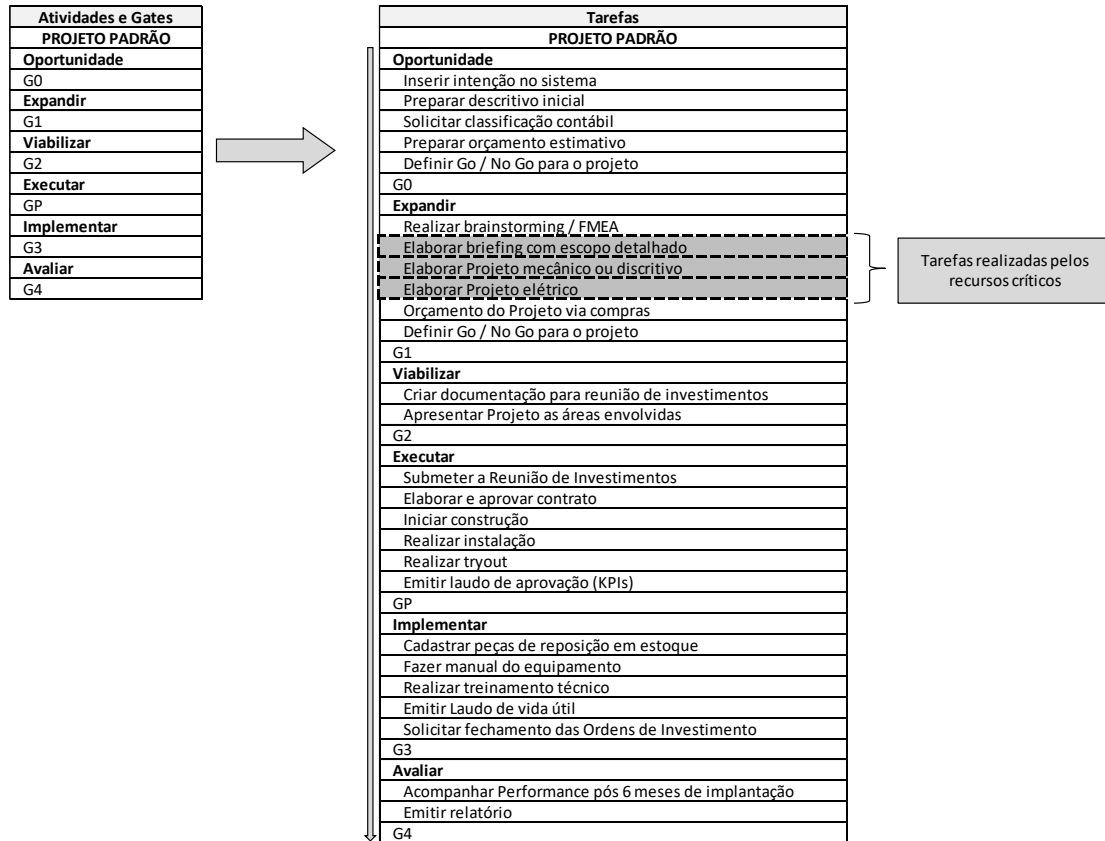
5. Contextualização do problema

O estudo de caso ocorreu no departamento de Engenharia responsável pelo atendimento das unidades de produção e fabricação no Brasil, especificamente o departamento de Engenharia Mecânica, Elétrica e Processos.

Em síntese, a área de Gestão Financeira dos Projetos antes do término do ano fiscal solicita aos demais departamentos uma listagem com os projetos a serem realizados no novo ano fiscal sem ordem definida para execução dos mesmos. Com esse levantamento forma-se uma lista geral denominada "*budget*" de projetos, na qual é submetida para um grande comitê de investimentos que define quais projetos deverão ser realizados levando em consideração a relevância para companhia e a verba disponível.

A figura 5 destaca as atividades realizadas pelo foco de estudo nesta pesquisa que é o departamento de engenharia que possui os recursos humanos críticos. A figura também apresenta a metodologia de organização de um projeto utilizada na empresa com as respectivas atividades, *gates* e tarefas, que por sua vez é baseada nas recomendações do PMI (2008) que define 47 processos de gerenciamento de projetos alocado em cinco grupos de processos que são Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento & controle e Encerramento:

Figura 5: Metodologia de organização de um projeto



Fonte: próprio autor.

A partir do mapeamento da situação atual chega-se a conclusão que os projetos possuem idêntica prioridade na execução, sendo assim, como sequenciar os projetos de modo a utilizar de maneira racional os recursos humanos críticos compartilhados?

6. Solução da problemática

A partir da figura 5 percebe-se que a necessidade dos recursos humanos críticos segue uma ordem linear para todos os projetos, ou seja, existe uma mesma ordem de processamento, portanto, baseada na definição de Blazewicz et. al. (1996) é possível assimilar a metodologia de organização de um projeto com o padrão de fluxo *Flowshop* com as devidas adaptações. Com isso, conclui-se que é possível utilizar métodos e algoritmos apresentados na revisão literária deste trabalho com o objetivo de reduzir o *makespan*.

A figura 6 é uma síntese do sequenciamento de atividades apresentado na figura 5. Nesta figura é apresentada uma tabela com os principais projetos da engenharia com foco nas atividades realizadas pelos recursos humanos crítico que são:

- Operação 1) Elaborar briefing com escopo detalhado – atividade do processista;
- Operação 2) Elaborar projeto mecânico ou descritivo – atividade do projetista mecânico;
- Operação 3) Elaborar projeto elétrico – atividade do projetista elétrico.

Adaptada ao modelo *Flowshop*, deve-se considerar:

- a) Recursos: serão os recursos humanos críticos compartilhados com as quantidades:
 - 4 processistas;
 - 8 projetistas mecânicos;
 - 5 projetistas elétricos.
- b) Trabalho: representado pelos 22 projetos do setor;
- c) Duração: representada em dia útil para realização das atividades.

Figura 6: Principais projetos da engenharia, adaptada ao modelo *Flowshop*

Operação	1		2		3	
Projeto	Duração	Processista	Duração	Projetista mecânico	Duração	Projetista elétrico
Projeto 01	15	(P)	5	(PM)		
Projeto 02	8	(P)	21	(PM)	12	(PE)
Projeto 03	10	(P)	12	(PM)		
Projeto 04	8	(P)	10	(PM)		
Projeto 05	5	(P)	20	(PM)		
Projeto 06	5	(P)	5	(PM)		
Projeto 07					5	(PE)
Projeto 08	3	(P)	6	(PM)		
Projeto 09	3	(P)	4	(PM)		
Projeto 10	8	(P)	15	(PM)	10	(PE)
Projeto 11	4	(P)	6	(PM)		
Projeto 12	2	(P)	3	(PM)		
Projeto 13	2	(P)	2	(PM)		
Projeto 14	2	(P)	1	(PM)		
Projeto 15	1	(P)	5	(PM)	2	(PE)
Projeto 16	2	(P)	2	(PM)		
Projeto 17	2	(P)	14	(PM)	8	(PE)
Projeto 18	6	(P)	15	(PM)	6	(PE)
Projeto 19	1	(P)	10	(PM)	4	(PE)
Projeto 20	1	(P)	10	(PM)	4	(PE)
Projeto 21	6	(P)	8	(PM)	2	(PE)
Projeto 22			5	(PM)	3	(PE)

Fonte: próprio autor.

Passo 1: Splitting das atividades entre os recursos disponíveis:

- Duração normalizada = Duração / Quantidade de Recursos

Com a aplicação da fórmula chega-se aos resultados apresentados pela Figura 7:

Figura 7: Aplicação do passo 1

Operação	1		2		3	
Projeto	Duração	Processista	Duração	Projetista mecânico	Duração	Projetista elétrico
Projeto 01	3,75	(P)	0,63	(PM)		
Projeto 02	2,00	(P)	2,63	(PM)	2,40	(PE)
Projeto 03	2,50	(P)	1,50	(PM)		
Projeto 04	2,00	(P)	1,25	(PM)		
Projeto 05	1,25	(P)	2,50	(PM)		
Projeto 06	1,25	(P)	0,63	(PM)		
Projeto 07					1,00	(PE)
Projeto 08	0,75	(P)	0,75	(PM)		
Projeto 09	0,75	(P)	0,50	(PM)		
Projeto 10	2,00	(P)	1,88	(PM)	2,00	(PE)
Projeto 11	1,00	(P)	0,75	(PM)		
Projeto 12	0,50	(P)	0,38	(PM)		
Projeto 13	0,50	(P)	0,25	(PM)		
Projeto 14	0,50	(P)	0,13	(PM)		
Projeto 15	0,25	(P)	0,63	(PM)	0,40	(PE)
Projeto 16	0,50	(P)	0,25	(PM)		
Projeto 17	0,50	(P)	1,75	(PM)	1,60	(PE)
Projeto 18	1,50	(P)	1,88	(PM)	1,20	(PE)
Projeto 19	0,25	(P)	1,25	(PM)	0,80	(PE)
Projeto 20	0,25	(P)	1,25	(PM)	0,80	(PE)
Projeto 21	1,50	(P)	1,00	(PM)	0,40	(PE)
Projeto 22			0,63	(PM)	0,60	(PE)

Fonte: próprio autor.

Passo 2: nessa proposta foi utilizado o algoritmo de Campbell et. al. (1970) para realizar o sequenciamento dos projetos. Utilizou esse algoritmo por ser mais simples e apresentar resultado semelhante ao NEH para número de máquinas entre 3 e 4.

Como trata-se de um modelo com 3 recursos humanos críticos compartilhados (máquinas) é necessário transformar a figura 7 para 2 operações a partir da seguinte fórmula:

- Operação A = Operação 1 + Operação 2;

- Operação B = Operação 3 + Operação 2.

Passo 3: aplicar a regra de Johnson (1945-2016) selecionando a menor duração das atividades do grupo A e determinar como 1ª a ser realizada, em seguida selecionar a menor duração das

atividades do grupo B e determinar como última. Esse ciclo deverá ser continuado até definir o sequenciamento de todas as atividades conforme figura 8:

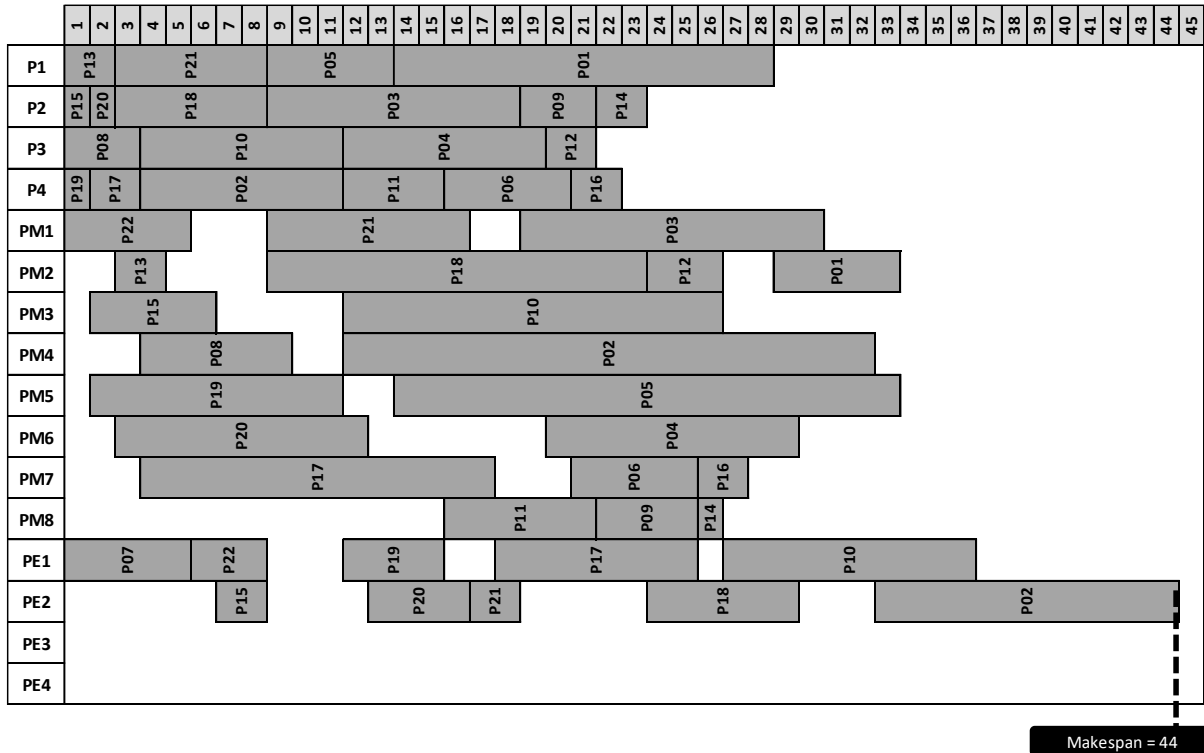
Figura 8: Sequenciamento das atividades e tempos originais para execução

Operação	1		2		3		
Projeto	Duração	Processista	Duração	Projetista mecânico	Duração	Projetista elétrico	Seq
Projeto 07					5	(PE)	S01
Projeto 22			5	(PM)	3	(PE)	S02
Projeto 13	2	(P)	2	(PM)			S03
Projeto 15	1	(P)	5	(PM)	2	(PE)	S04
Projeto 08	3	(P)	6	(PM)			S05
Projeto 19	1	(P)	10	(PM)	4	(PE)	S06
Projeto 20	1	(P)	10	(PM)	4	(PE)	S07
Projeto 17	2	(P)	14	(PM)	8	(PE)	S08
Projeto 21	6	(P)	8	(PM)	2	(PE)	S09
Projeto 18	6	(P)	15	(PM)	6	(PE)	S10
Projeto 10	8	(P)	15	(PM)	10	(PE)	S11
Projeto 02	8	(P)	21	(PM)	12	(PE)	S12
Projeto 05	5	(P)	20	(PM)			S13
Projeto 03	10	(P)	12	(PM)			S14
Projeto 04	8	(P)	10	(PM)			S15
Projeto 11	4	(P)	6	(PM)			S16
Projeto 01	15	(P)	5	(PM)			S17
Projeto 06	5	(P)	5	(PM)			S18
Projeto 09	3	(P)	4	(PM)			S19
Projeto 12	2	(P)	3	(PM)			S20
Projeto 16	2	(P)	2	(PM)			S21
Projeto 14	2	(P)	1	(PM)			S22

Fonte: próprio autor.

A partir da figura 8 e considerando a quantidade de recursos existentes é possível realizar a programação geral dos projetos por meio do gráfico de *Gantt* para definir o *makespan*, conforme figura 9:

Figura 9: *Gantt* do sequenciamento das tarefas



Fonte: próprio autor.

7. Resultados da pesquisa

Foi possível adotar um método para alocar recursos humanos críticos compartilhados em um grupo de projetos com a mesma prioridade de execução, definir a sequência de execução do portfólio de projetos e chegar ao menor tempo de término da última atividade do último projeto atingindo o *makespan* de 44.

O algoritmo adotado não ofereceu a solução ótima, no entanto, apresentou uma solução satisfatória e a partir da leitura detalhada do gráfico de *Gantt* é possível indagar as seguintes questões:

- Os recursos PE3 e PE4 (projetistas elétricos) não foram programados, é uma oportunidade de readequação do quadro do setor?

b) O recurso PM8 (projetista mecânico) possui ociosidade acima dos demais recursos PM, é possível diluir as atividades do PM8 fracionando-as se necessário nos gaps dos outros recursos PM? Exemplos:

- P11 (projeto 11) ser dividido entre os recursos PM1 e PM6;
- P09 (projeto 09) ser executado pelo recurso PM3 sem prejudicar o *makespan*;
- P14 (projeto 14) ser executado pelo recurso PM2 sem prejudicar o *makespan*.

8. Considerações finais

Com a presente pesquisa foi possível identificar objetivos do gerenciamento de projetos e compreender a importância do gerenciamento de recursos humanos. Foi abordado um tema da disciplina de planejamento e controle da produção e apresentado uma metodologia de programação a fim de colaborar com a definição de um método para alocação de recursos humanos críticos compartilhados em projetos.

Foi possível também com a presente pesquisa abordar um caso da empresa em questão e utilizar os conceitos explanados na revisão da literatura. Por meio de adaptações do tema planejamento e controle de produção ao tema de gerenciamento de projetos, foi proposto um método para alocar recursos humanos críticos compartilhados em um grupo de projetos para chegar ao menor tempo de término da última atividade do último projeto.

O método proposto, mesmo diante da ausência de uma avaliação mais detalhada sobre sua eficiência, trouxe à empresa a visão da importância dos métodos de otimização e evidenciou oportunidades relevantes para melhoria das decisões ao escritório de projetos.

Para futuras pesquisas existem algumas questões a serem esclarecidas, neste trabalho considerou na programação por meio do algoritmo somente o tempo das atividades que necessitam de recursos críticos e ignorou os tempos das atividades intermediárias. Qual a influência dos tempos das atividades intermediárias na programação total do projeto?

Devido ao prazo apertado para desenvolvimento não realizou uma extensiva revisão bibliográfica, por isso, essa questão está em aberto: Quais são os métodos existentes na literatura para a programação de projetos que utilizam recursos compartilhados?

9. Referências

- BAKER, K. R. (1974) Introduction to Sequencing and Scheduling. John Wiley, New York.
- BLAZEWICZ, J. et. al. (1996) Scheduling Computer and Manufacturing Processes. Springer, Berlin, New York.
- CARVALHO, M. M.; RABECHINE JR. R. **Fundamentos em gestão de projetos**: construindo competências para gerenciar projetos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 422 p.
- CARVALHO, P. B.; DESCHAMPS, F. Procedimento para a avaliação da flexibilidade de processos de gestão de projetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGETP), 35, 2015, Fortaleza. **Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção**. Fortaleza: PUC, 2015. p. 2-6. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_206_219_28193.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2016.
- CAMPBELL, H.G.; DUDEK, R. A.; SMITH, M. L. A heuristic algorithm for the n-job, m-machine sequencing problem. *Mngt Sci* 16: B630-B637, 1970.
- DANIEL, B.V. D. A. et. al. Programação de Projeto de engenharia com restrição de recursos através de um algoritmo utilizando VBA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGETP), 34, 2014, Curitiba. **Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10**. Curitiba: UNIFEI, 2014. p. 1-3. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 09 mar. 2016.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO, M. **Planejamento e Controle da Produção**: dos fundamentos ao essencial. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 275 p.
- GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso na Engenharia de Produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.
- GUPTA, D.; SINGH, H.; SINGLA, P.; KAUR, H. The Idle/Waiting time operator with applications to multistage flow shop scheduling to minimize the rental cost under specified rental policy where processing times are associated with probabilities including transportation time. *International Journal of Advanced Research and Technology*. Issue 2, Volume 2 (April 2012). ISSN: 2249-9954.
- LAFETA, F.G. et. al. Gestão de projetos da antiguidade as tendências do século XXI. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGETP), 34, 2014, Curitiba. **Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10**. Curitiba: UFF, 2014. p. 9-13. Disponível em: <<http://www.mesc.uff.br/publicacoes/enegetpfrederico.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- MENEZES, L. C. M. **Gestão de Projetos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 242 p.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Administração de Projetos**: melhores práticas para otimizar resultados. São Paulo: Atlas, 2013. 352 p.
- PMI – Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. 5. ed. Filadélfia: Project Management Institute, 2008. 595 p.
- ROLDÃO, V. S. **Gestão de Projetos**: uma perspectiva integrada. São Carlos: EdUFSCar, 2004. 220p.
- TURRIONI, J. B.; MELLO C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Itajubá: UNIFEI, 2012. 199 p. Apostila.
- VALERIANO, D. **Moderno gerenciamento de projetos**. São Paulo: Pearson Pretence Hall, 2005. 254 p.
- VOLLMANN, T. et. al. Sistemas de planejamento & controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- WOILER, S.; MATHIAS W. F. **Projetos**: planejamento, elaboração e análise. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 288 p.
- YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.