

# SEQUENCIAMENTO DE ATIVIDADE EM UMA COMPETIÇÃO DE KARATE UTILIZANDO ÍNDICES DE PRIORIZAÇÃO

**Felipe Goulart da Silva**

*felipe\_gou@hotmail.com*

**Michel Anzanello**

*anzanello@producao.ufrgs.br*

## **Resumo**

A busca por patrocinadores é um instrumento para captar recursos que são importantes para a evolução de qualquer modalidade esportiva. Sendo assim, é preciso cada vez mais buscar alternativas para melhorar o gerenciamento esportivo de clubes ou de competições. Nestas últimas, a falta de ferramentas adequadas e o reduzido envolvimento da academia em desenvolver possíveis soluções incorre em falhas na gestão de tempos ou mesmo em uso inadequado das instalações disponíveis. Eventos esportivos, como competições de artes marciais, podem contar com elevado número de atletas e categorias diferentes, o que torna exaustiva e muito complexa a organização dos locais e a ordem da cada tarefa. Este artigo teve como objetivo desenvolver uma metodologia para o sequenciamento de atividades em uma competição de karate, composta por sete categorias e cinco áreas de execução. Para a priorização dos atletas utilizou-se índices de priorização e para a alocação desenvolveu-se um algoritmo que pudesse resolver o sistema. Foram realizados dois testes um com dados aleatórios, e outro com um banco de dados real de uma competição. Os testes demonstraram que o método proposto resolve o sistema analisado com um aproveitamento dos recursos acima de 69% e mantendo o tempo de permanência, na competição, dos atletas abaixo de duas horas.

Palavras chaves: Competição, sequenciamento, priorização, alocação.

## **1. Introdução**

O ambiente competitivo presente hoje nos mercados de capital, geralmente impulsionado pelas evoluções tecnológicas e mudanças nas economias mundiais, promove uma busca incessante por melhorias e por ideias novas e rentáveis. Esse ambiente também começa cada vez mais a influenciar e se tornar presente na área esportiva. A busca por patrocinadores é um instrumento para captar recursos que serão importantes para a evolução de qualquer modalidade. Sendo assim, é preciso cada vez mais buscar alternativas para melhorar o gerenciamento esportivo de clubes ou de competições. Nestas últimas, a falta de ferramentas adequadas e o reduzido envolvimento da academia em desenvolver possíveis soluções incorre em falhas na gestão de tempos ou mesmo em uso inadequado das instalações disponíveis.

Eventos esportivos, como competições de artes marciais, podem contar com elevado número de atletas e categorias diferentes, o que torna exaustiva e muito complexa a organização dos locais e a ordem da cada tarefa. Devem ser levadas em consideração as complexidades que se impõem sobre determinadas competições, de modo a gerar programações confiáveis. Esses dados serão utilizados para o dimensionamento dos eventos, ou seja, para determinar os custos envolvidos e os recursos físicos necessários (pessoas, área física e investimento, dentre outros) de modo a propiciar um aproveitamento máximo dos mesmos.

Na elaboração de uma abordagem que possibilite aprimorar a programação de eventos esportivos, um ponto chave é o sequenciamento das atividades (lutas, no caso deste estudo). A partir dessa informação, é possível determinar tanto o tempo total necessário para o evento (quando se impõe um número de pessoas), quanto o número máximo de atletas que podem participar da competição (quando se fixa a área disponível ou o tempo máximo que o evento deve durar). A determinação da ordem de processamento de várias atividades leva em consideração o tempo de processamento, a relação entre tarefas e entre recursos (locais de lutas) e o número de processamentos que cada recurso precisa para ser determinado. O objetivo do sequenciamento pode incluir a redução do tempo de espera para que uma luta aconteça, tempo total de processamento de uma tarefa ou de todas as tarefas, atrasos das tarefas, ou ainda um conjunto que contemple uma combinação desses fatores.

A proposta deste artigo é a criação de regra de sequenciamento para gerar índices de priorização. A regra ATC (*Apparent Tardiness Cost*), que leva em consideração as relações entre as tarefas para gerar um índice de priorização para cada atividade a cada instante (Pinedo, 2008) e que tem como suas tradicionais variáveis, desenvolvidas por Rachamadugu e Morton (1983), o tempo de processamento, data de entrega e priorização de tarefas, serviu como inspiração para o desenvolvimento dos índices de priorização propostos. A função dos índices é fazer o uso dessa lógica de priorização mas adequando as variáveis aos fatores relevantes das competições de Karate. O sistema analisado é uma competição de Karate, na qual existe um conjunto de categorias diferentes (de acordo com idade, peso, gênero e graduação do atleta), divididas em sete modalidades distintas, sendo quatro individuais (Kata, Detona o bob, Super defesa e Circuito) e três coletivas (Kata equipe, Kumite e Embu). Existem cinco áreas de competição, das quais quatro delas destinam-se a atividades individuais e uma a atividades coletivas. Embora não exista uma relação direta entre as modalidades, um mesmo atleta pode participar de várias sem uma ordem definida.

Este artigo está estruturado em 5 seções. Uma revisão bibliográfica apontando os principais estudos sobre os assuntos relevantes do trabalho é apresentada na seção 2. A apresentação da metodologia utilizada para a realização da pesquisa apontando as ferramentas utilizadas para resolução do problema é trazida na seção 3. Em seguida são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do método proposto e uma análise desses resultados, na seção 4. Finalmente, a seção 5 conclui o artigo com uma retomada do tema proposto, os principais resultados e as conclusões obtidas.

## **2. Revisão Bibliográfica**

Esta seção apresenta os fundamentos das técnicas a serem utilizadas para obtenção dos objetivos deste trabalho.

### **2.1. Sequenciamento**

A economia global força as empresas a melhorar a produtividade, diminuir atividades pouco produtivas e aumentar a utilização efetiva de recursos (Allahverd, 2015).

Nesse contexto ferramentas de sequenciamento se inserem como uma grande aliada as empresas em busca desses avanços.

Para Brucker (2002) e Yen (2002), o sequenciamento é a alocação de recursos escassos em atividades, o que converge com a ideia de Pinedo (2008), que define sequenciamento como um processo decisório para alocar recursos a serem processados conforme sua prioridade em um determinado tempo. Complementarmente, Corrêa e Corrêa (2012) conceituam sequenciamento como a priorização das atividades que ocorrem em um sistema, no intuito de atingir um conjunto de objetivos de desempenho. Para Noal (2015), o processo de tomada de decisão da sequência de atividades pode ser norteado para alcançar uma gama de objetivos de acordo com as necessidades do processo em análise; o mesmo autor lista os objetivos mais comuns a serem otimizados no Quadro 1.

Quadro 1: Objetivos mais usuais a serem alcançados em sequenciamento

<b>Objetivos</b>	<b>Definição</b>
<i>Makespan</i>	Tempo total da programação de tarefas
<i>Mean Flow time</i>	Tempo médio de duração do fluxo
<i>Total Flow time</i>	Tempo total de duração do fluxo
<i>Mean tardiness</i>	Atraso médio do fluxo de tarefas
<i>Maximum tardiness</i>	Tempo máximo do atraso das tarefas
<i>Tardiness</i>	Soma das penalidades de atraso
<i>Earliness</i>	Tempo de adiantamento

Herrmann (2007) traz outros objetivos que podem ser alcançados através do sequenciamento, os quais incluem: poder identificar conflitos entre recursos, controlar o lançamento de tarefas para o processamento, garantir que os materiais necessários para o processamento estão disponíveis em tempo, determinar quais os tempos de entrega que podem ser cumpridos e identificar períodos de tempo disponíveis para manutenções preventivas.

Abordagens de sequenciamento são aplicadas nos mais diversos contextos, sendo sistemas computacionais, manufatura e cronogramas de projetos os mais representativos (Blazewicz, 2002). Aplicações na área da medicina (Cardoen et al., 2010), no setor de energia (Gahm et al., 2015), em operações de manutenção (Froger et al. 2015) demonstram como o sequenciamento permite melhor aproveitamento dos recursos disponíveis nos mais diversos campos de atuação.

Gahm et al. (2015) demonstra como o sequenciamento impacta na melhoria da sustentabilidade no setor industrial a partir do uso de técnicas voltadas para o aumento da eficiência no uso de energia, enquanto que Cardoen *et al.* (2010) foca seu trabalho na priorização de pacientes de modo a determinar uma sequência ótima para as salas de cirurgia, o que gera uma melhora no desempenho e no uso de recursos dos hospitais. Por sua vez, Froger et al. (2015) foca seu trabalho na melhora na tomada de decisão no planejamento e sequenciamento de atividades de manutenção, promovendo uma melhor alocação e eficiência material humano e ferramentas.

Uma importante parte de definição de qualquer problema de sequenciamento consiste nas restrições de precedência entre as tarefas a serem processadas. Elas podem surgir de diferentes áreas e essas restrições são usadas para representar uma ordem lógica (Blazewicz, 2002). Na determinação da melhor ordem lógica existem regras que podem ser utilizadas conforme o objetivo que se deseja atingir; o Quadro 2 traz algumas regras simples de priorização comumente utilizadas em aplicações de sequenciamento e os fatores que a compõe.

Quadro 2: Regras de priorização mais utilizadas

<b>Sigla</b>	<b>Definição</b>
<b>CR</b>	<i>Critical Ratio</i> – razão crítica, calculada como “tempo até a data prometida dividido pelo tempo total de operações restantes”
<b>DS</b>	<i>Dynamic Slack</i> – folga dinâmica, calculada como “folga estática dividida pelo número de operações por executar”
<b>EDD</b>	Earlies Due Date – a tarefa com a data prometida mais próxima é processada antes
<b>FIFO</b>	<i>First In First Out</i> – a primeira tarefa a chegar na máquina é a primeira a ser processada
<b>FSFO</b>	<i>First in the System, First Out</i> – a primeira tarefa a entrar no sistema é a primeira a ser processada (FCFS – <i>First Come, First Served</i> )
<b>LWKR</b>	<i>Least Work Remaining</i> – prioriza a tarefa que tem a menor quantidade de tempo de operação remanescente para a conclusão
<b>MOPNR</b>	<i>Most Operations Remaining</i> – prioriza a tarefa que tem a maior quantidade de operações sucessoras
<b>MS</b>	<i>Minimum Slack</i> – prioriza a tarefa com o menor tempo de folga
<b>MWKR</b>	<i>Most Work Remaining</i> – prioriza a tarefa que tem a maior quantidade de tempo de operações remanescentes para conclusão
<b>RANDOM</b>	Prioriza as tarefas de forma aleatória (SIRO – <i>Service In Random Order</i> )
<b>SPT</b>	<i>Shorstest Processing Time</i> – tarefa com o menor tempo de operação na máquina é a primeira a ser processada
<b>SPT1</b>	Igual a regra SPT mas com limitante de tempo de espera para evitar que ordens longas esperem

	muito
<b>SS</b>	<i>Static Slack</i> – folga estática, calculada como “tempo até a data prometida menos o tempo de operação restante”
<b>WSPT</b>	<i>Weighted Shortest Processing Time</i> – menor tempo de processamento ponderado, calculada como “tempo de processamento dividido pelo peso atribuído a tarefa”

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2012) e Pinedo (2005)

Dentre essas regras para o sequenciamento de atividades, não há regra unânime, tendo-se em vista a variedade de objetivos práticos existentes em aplicações reais (Corrêa e Corrêa, 2012). Dentro deste contexto, as regras compostas como as do tipo ATC (*Apparent Tardiness Cost*) permitem a fusão de diversas regras simples para a priorização; tais regras são detalhadas na sequência.

## 2.2. SEQUENCIAMENTO POR ÍNDICES DE PRIORIZAÇÃO

As regras compostas levam em consideração um conjunto de regras simples, de maneira a criar uma solução de sequenciamento mais robusta para o problema. As regras geram índices, que são criados a partir de uma característica específica da tarefa que se quer sequenciar (peso, tempo de processamento, prazo de entrega) ou da máquina em que será feito o processamento (velocidade de processamento, números de tarefas em espera e número de processamentos em espera na fila) (Pinedo, 2008). Uma regra composta se utiliza das regras simples, de forma que cada uma delas tenha uma contribuição no índice final de priorização.

A regra ATC, proposta por Rachamadugu e Morton (1983), é composta pela junção da regra WSPT (*Weighted Shortest Processing Time*), a qual utiliza a razão entre os tempos de processamento das tarefas e uma prioridade atribuída, à regra MS (*Minimum Slack*), que prioriza a tarefa com o menor tempo de folga. A equação (1) representa a regra ATC, onde  $I_j$  é o índice de priorização da tarefa  $j$  no tempo  $t$ . A tarefa com maior  $I_j$  deve ser priorizada em sua produção.

$$I_j(t) = \frac{\omega_j}{p_j} \exp\left(-\frac{\max(d_j - p_j - t, 0)}{K_p}\right) \quad (1)$$

Na equação (1),  $\omega_j$  é fator de priorização da tarefa  $j$ , e definido subjetivamente pelo decisor,  $p_j$  é o tempo de processamento da tarefa e  $d$  o prazo de execução da

tarefa  $j$ .  $K$  é um parâmetro escalar que pode ser determinado empiricamente através de análises estatísticas, sendo ele de grande importância uma vez que pode impactar nos resultados obtidos (Pinedo, 2008). Quando  $K$  é muito grande, a regra se reduz a sua originária WSPT; em contrapartida, se  $K$  for muito pequeno, a regra é simplificada para MS. Essa regra é muito apropriada para ambientes com apenas uma máquina.

Buscando aprimorar a aplicação desta técnica, foram criadas extensões que levam em conta outros fatores. Um exemplo é a ATCS (*Apparent Tardiness Cost with Setup*), sugerida por Lee e Pinedo (1997), a qual adiciona um fator à equação (1); tal fator leva em consideração o tempo de *setup* da máquina para a priorização das tarefas, como demonstrado na equação (2).

$$I_j(t, l) = \frac{\omega_j}{p_j} \exp\left(-\frac{\max(d_j - p_j - t, 0)}{K_{1p}}\right) \exp\left(-\frac{s_{lj}}{K_{2p}}\right) \quad (2)$$

Os parâmetros utilizados são os mesmo da equação anterior, com a adição do  $s_{lj}$  que é o tempo de *setup* entre a tarefa  $l$  e a tarefa  $j$ ,  $K_1$  e  $K_2$  são as constantes empiricamente definidas (a primeira referente a data de entrega e a segunda ao tempo de *setup*).

Pfund *et al.* (2008) propõe mais um desdobramento, gerando a regra ATCSR (*Apparent Tardiness Cost with Setups and Ready times*), a qual leva em consideração se uma tarefa está ou não pronta para ser processada; tal regra é apresentada na equação (3).

$$I_j(t, l) = \frac{\omega_j}{p_j} \exp\left(-\frac{\max(d_j - p_j - \max(r_j, t), 0)}{K_{1p}}\right) \exp\left(-\frac{s_{lj}}{K_{2p}}\right) \exp\left(-\frac{\max(r_j - t, 0)}{K_{3p}}\right) \quad (3)$$

Na equação é adicionado um termo que penaliza a espera da máquina para receber a próxima tarefa, ou seja, são priorizadas as tarefas que já estão prontas para serem processadas. Existem ainda outras variações para a regra ATC, como MATC (Vepsalainen and Morton, 1987), BATCS (Mason et al., 2002), ATCSSR e MATCSR (Yue and Jang, 2011), entre outras. Essas variações apresentam resoluções para

sistemas mais complexos e que levam outros fatores em consideração, como operações em máquinas paralelas.

### **2.3. Gestão de Eventos Esportivos**

Os esportes se tornaram um grande negócio na economia globalizada, sendo comum verificar disputa entre países e cidade para sediar e organizar grandes eventos, como as Olimpíadas e a Copa do Mundo de Futebol. Essa busca é justificada pelo fato de que tais eventos atraem investimentos, geram empregos e visibilidade para o país (Kendall et al., 2010). O aporte financeiro para esses eventos é cedido por instituições ou empresas com interesses econômicos, sendo assim se espera um retorno deste investimento associado à visibilidade da marca, o que acarretará no aumento da venda de produtos. Para Robinson (2008), uma das principais consequências da comercialização dos esportes foi o aumento do profissionalismo dos atores envolvidos na gerência organizações esportivas.

Para Marcus e Buhas (2014), a gestão esportiva é um braço separado da ciência dos esportes, uma vez que aborda um gama diferente de conhecimentos e, portanto, necessita de seu próprio campo de pesquisa, com metodologias específicas para abordar seu objeto de estudo. Partindo dessas observações, é possível entender porque cada vez mais é necessária a busca por conhecimento técnico que ofereça suporte a gestores esportivos, a fim de potencializar os investimentos feitos pelos apoiadores.

Contudo, o panorama acima descrito ainda não é a realidade de pequenos empreendimentos esportivos; os conhecimentos utilizados ainda são esparsos e pouco estruturados. A maioria das técnicas aplicadas em termos de organização se concentram na área gerencial, onde são feitas adaptações de conhecimentos oriundos do meio de negócios para promover mudanças nas estruturas internas das instituições esportivas. Na área operacional, verifica-se uma gama de programas que aplicam separadamente conhecimentos para organizar as informações

provenientes de atividades esportivas. No entanto, essas ferramentas não apresentam suporte para otimização.

São limitados os estudos que aplicam técnicas de sequenciamento em eventos esportivos. Técnicas de sequenciamento têm sido escassamente aplicadas em eventos esportivos coletivos como futebol, basquete, baseball, tipicamente objetivando desenvolver uma metodologia para gerar o cronograma de partidas a partir de várias regras (Su et al., 2013) ou ainda alocar os juízes para as mesmas (Kendall et al., 2010).

A presente revisão aponta a falta de ferramentas com vistas a operacionalizar as atividades e promover a otimização dos sistemas analisados. Além disso, percebeu-se a carência de estudos que tratassem de um sistema com a mesma complexidade daquele abordado neste trabalho.

### **3. Metodologia**

Essa pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que tem como fim uma aplicação prática de conhecimentos. A abordagem será quantitativa, já que serão utilizados resultados estruturados que podem ser generalizados. Seguindo a classificação de Gil (1991), o objetivo é exploratório, pois visa à criação de uma metodologia em um ambiente pouco abordado pela engenharia de produção. Ainda pelo mesmo autor, quanto aos procedimentos, a pesquisa é classificada como uma pesquisa-ação por se tratar de uma aplicação de conhecimentos desenvolvidos e aplicados pelo próprio autor da pesquisa.

O sistema analisado é uma competição de Karate infantil, na qual existe um conjunto de categorias diferentes (de acordo com idade, peso, gênero e graduação do atleta), divididas em sete modalidades distintas, sendo quatro individuais (Kata, Detona o bob, Super defesa e Circuito) e três coletivas (Kata equipe, Kumite e Embu). Existem cinco áreas de competição, das quais quatro destinam-se a atividades individuais e uma a atividades coletivas. Embora não exista uma relação direta entre as modalidades, um mesmo atleta pode participar de várias modalidades sem uma ordem definida.

O método proposto visa à alocação de todos os atletas, de maneira que possam participar de todas as modalidades em que se inscreveram, sem haver conflito de

horários entre cada uma, além do tempo total de permanência na competição permanecer abaixo de duas horas (esse dado foi definido pela organização da competição empiricamente). Os passos do método sugerido são detalhados na sequência (Quadro 3); para uma melhor compreensão, os passos são exemplificados com dados resumidos do sistema em análise.

Quadro 3: Sequência de passos

<b>Passo 1</b>	Coleta dados das inscrições
<b>Passo 2</b>	Separação dos atletas por grupos de idade
<b>Passo 3</b>	Cálculo de índices de priorização
<b>Passo 4</b>	Alocação dos atletas nas categorias individuais
<b>Passo 5</b>	Alocação dos atletas nas categorias coletivas

### 3.1. Coleta de Dados das Inscrições

A primeira etapa do método consiste em coletar os dados das inscrições na competição, os quais incluem: (i) nome, (ii) idade, (iii) peso, (iv) cada categoria em que está inscrito, (v) graduação e (vi) a academia a qual encontra-se vinculado. O resultado dessa etapa é um banco de dados em forma de lista com as informações supracitadas. Além disso, a partir das informações coletadas, é gerada uma lista que contém os pareamentos dos atletas nas categorias coletivas, como exemplificado na Tabela 1. Como cada atleta pode participar de várias categorias, os dados do atleta serão repetidos apenas quando houver mudança na categoria.

Tabela 1: Exemplo de lista de pareamentos

<b>Academia</b>	<b>Nome</b>	<b>Categoria</b>	<b>Idade</b>
Abcepakes	Bernardo Kramm Martins	2702-kumite kids sub 9 masc livre	9 anos
Ascka	Gustavo Santos Cabral	meio-leve, -40kg	9 anos
Zmf/Dom Bosco	Ivan Bonfiglio Pereira	2702-kumite kids sub 9 masc livre	8 anos
Abcepakes	Weslei Lima da Silva	meio-leve, -40kg	7 anos

### 3.2. Separação dos Atletas por Grupos de Idade

A segunda etapa consiste em separar os atletas de acordo com sua idade. No sistema analisado foram definidos três grupos de idade: até 9 anos; de 10 aos 12 anos e de 13 aos 14 anos. As categorias são definidas a partir da quantidade de atletas em cada uma das categorias. O objetivo desta etapa é permitir que o tempo máximo de permanência do atleta na competição não ultrapasse o tempo máximo definido de duas horas. A lógica para a definição desses grupos partiu do pressuposto que cada atleta gasta em média 2 minutos para participar das modalidades individuais e 4 minutos para as coletivas, sem tempos de folga, como demonstrado pela Tabela 2. Para manter-se o tempo total de permanência do atleta abaixo de duas horas, divide-se 120 minutos por 2, como resultado tem-se 60, que é

o número atletas que podem ser alocados em duas horas nas áreas destinadas às modalidades individuais. No caso das modalidades coletivas, divide-se 120 por 4 e assim temos 30, que é o número máximo de equipes que podem ser alocadas. A partir desse dado, define-se o número máximo de atletas que podem ser alocados em sequência, ou seja, o tamanho do grupo.

Tabela 2: Tempo de execução das modalidades

Modalidade	Tempo da atividade (min)	Tempo de setup (min)	Tempo médio de execução (min)
Detona o Bob	1	1	
Super Defesa	1	1	2
Circuito	1	1	
Kata Individual	1	1	
Apresentação de Duplas (Embu)	3	1	
Kata Equipe	3	1	4
Kumite UKFPRO Kids	3	1	

Ao final desta etapa é gerada uma matriz relacionando os atletas e categorias em que cada atleta participa. Para indicar que o atleta participa de determinada categoria utiliza-se “1” e quando o atleta não participa utiliza-se “0”. Essa etapa também gera uma matriz de relações na qual estão as relações entre os atletas que participam das modalidades coletivas. Tais matrizes são exemplificadas na Tabela 3 e na Figura 1.

Tabela 3: Matriz contendo o status de participação dos atletas

Modalidade	Kata	Detona o Bob	Super Defesa	Circuito	Embu	Kata Equipe	Kumite
Felipe	1	1	1	1	1	1	1
Gustavo	0	1	1	0	1	1	0
André	1	0	0	0	1	0	0

Figura 1: Matriz de relação entre os atletas

	Embu			Kata Equipe			Kumite		
	Felipe	Gustavo	André	Felipe	Gustavo	André	Felipe	Gustavo	André
Felipe		1	0		1	0		0	0
Gustavo	1		0	1		0	0		0
André	0	0		0	0		0	0	

### 3.3. Cálculo de Índices de Priorização

Na terceira etapa são calculados os índices utilizados para priorizar a alocação dos atletas. Para tanto, esta etapa é dividida em duas subetapas, detalhadas na sequência.

Na primeira sub etapa é calculado o índice ID1, que aponta o número total de categorias nas quais o atleta participará (quanto maior o número de categorias em que participa, maior a sua prioridade de alocação). Gera-se então uma ordem preliminar de prioridade, como ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4: Priorização preliminar hipotética determinada pelo ID1

Prioridade (n)	Atleta	ID1
1	Felipe	7,00
2	Adam	6,00
3	João	5,00

Na segunda sub etapa é calculado o índice ID2 através da equação (4), na qual  $k$  é o número total de atletas do grupo de idade e  $n$  é a prioridade dos atletas que fazem alguma atividade coletiva com o atleta para o qual se está calculando o ID2 ou a sua própria. Sendo assim, utilizando os dados da Tabela 4 para o cálculo do ID2 do atleta Adam, se ele participar de uma atividade coletiva com Felipe e com João, no cálculo do ID2 se utilizará o menor  $n$  entre os desses atletas e o seu próprio, no exemplo citado  $n$  poderia assumir três valores (1, 2 ou 3) e se escolheria 1, que é referente a prioridade do atleta Felipe. No caso de um atleta não executar nenhuma atividade coletiva se utiliza seu próprio  $n$ , gerado no passo anterior.

$$ID2 = ID1 + \left( \frac{k}{\min(n)} \right) \quad (4)$$

A divisão de  $k$  pelo menor  $n$  visa agrupar atletas que fazem atividades coletivas juntos. Esse procedimento é necessário para que o tempo de espera dos atletas seja o menor possível quando for executada sua tarefa coletiva (por exemplo, tal divisão faz com que todos os atletas que têm atividades coletivas com o atleta de prioridade 1 apresentem sempre o mesmo fator  $k/1$ , dessa forma a diferenciação de sua prioridade será feita pelo ID1, gerado no passo anterior).

A partir do cálculo do segundo índice é feita a priorização final dos atletas como demonstrando na Tabela 5. Ao final dessa etapa gera-se uma lista de priorização para cada grupo de idade.

Tabela 5: Priorização final dos atletas a partir do ID2

Prioridade	Atleta	ID2
1	Felipe	17,00
2	João	16,00
3	Adam	13,00

### 3.4. Alocação dos Atletas nas Categorias Individuais

O passo quatro consiste na alocação dos atletas nas áreas de competição. Para tanto, são utilizadas as listas de priorização do passo anterior. A alocação dos grupos de idade segue uma ordem crescente, iniciando pelo grupo de até 9 anos e terminando no grupo de 13 aos 14 anos. É criada uma matriz onde as colunas representam as áreas de competição em ordem crescente de tempo de execução, cada uma contendo uma modalidade diferente; as linhas da matriz denotam o tempo de duração da modalidade. Ao se implementar tal matriz em planilha eletrônica, cada linha corresponde a dois minutos. O primeiro atleta da lista é alocado em todas as áreas (de modalidades individuais), começando na primeira posição livre da matriz onde ocorre a atividade de menor tempo de execução (conforme o Tabela 5), e assim sucessivamente, seguindo uma ordem decrescente.

Entre uma atividade e outra é considerado espaço de tempo para que o atleta possa descansar antes da próxima atividade. Esse tempo é determinado dividindo-se o número de atletas do grupo de idade pelo número de áreas. Esse valor é arredondando para o próximo inteiro, considerando um tempo mínimo de quatro minutos. A Figura 2 ilustra a proposição para dez atletas. Após determinado atleta ser alocado (Atleta 1, na ilustração), a prioridade passa para o atleta subsequente da lista de priorização. O segundo atleta (Atleta 2) é alocado na primeira vaga livre na linha, de acordo com a ordem decrescente, como demonstrado na Figura 3. Essa regra é repetida até que todos os atletas sejam alocados.

Figura 2: Alocação do Atleta 1

Tempo de início	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0 min	Atleta 1			
⋮				
6 min		Atleta 1		
⋮				
12 min			Atleta 1	
⋮				
18 min				Atleta 1

Figura 3: Alocação do Atleta 2

Tempo de início	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0 min	Atleta 1	Atleta 2		
⋮				
6 min		Atleta 1	Atleta 2	
⋮				
12 min			Atleta 1	Atleta 2
⋮				
18 min	Atleta 2			Atleta 1

### 3.5. Alocação dos Atletas das Categorias Coletivas

No último passo é feita a alocação das atividades coletivas, a partir das listas de pareamento do passo 3.1. A ordem de alocação dos grupos de idade é a mesma do passo 4, ou seja, são alocadas inicialmente as atividades coletivas de até nove anos e assim sucessivamente. A ordem de alocação das modalidades é definida pelo tempo da atividade de forma crescente (embu, kata equipe e kumite). A alocação é feita em posições entre uma atividade e outra de cada atleta nela envolvido, a fim de não causar conflitos de horários. Para tanto, é preciso calcular o tempo entre o término da atividade do último atleta que compõe o pareamento e o instante de início da atividade do próximo atleta do pareamento que foi alocado.

Como exemplo, utilizam-se os dados da Figura 3, considerando que os Atletas 1 e 2 competirão juntos no Embu. Para se alocar essa atividade, assume-se o horário de

término do Atleta 2 (minuto 1) e o horário de início da segunda atividade do Atleta 1 (minuto 6); de tal forma, o tempo máximo entre uma atividade e outra é de cinco minutos. Se o tempo for maior do que quatro minutos, aloca-se uma atividade um minuto após o horário de término do último atleta do pareamento, como demonstrado na Figura 4. Após a alocação de todas as atividades coletivas, é possível elaborar o cronograma da competição através da alteração do tempo de início do evento.

Figura 4: Alocação da atividade coletiva dos Atletas 1 e 2

Tempo de início	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
0 min	Atleta 1	Atleta 2			
2 min					
4 min					Atleta 1+ Atleta 2
6 min		Atleta 1	Atleta 2		
⋮					
12 min			Atleta 1	Atleta 2	
⋮					
18 min	Atleta 2			Atleta 1	

Foram definidos dois indicadores para avaliar a qualidade das alocações o primeiro é o tempo médio de permanência dos atletas na competição, uma vez que esse é o principal fator a ser contemplado de acordo com as premissas da organização do evento. O segundo fator avaliado é a eficiência do sistema, calculada a partir do tempo ocupação planejado ( $T_p$ ) de cada área de competição, e pelo tempo de ocupação ideal ( $T_i$ ), como apresentado na equação (5). A média desses valores aponta a eficiência do sistema.

$$E = \frac{T_i}{T_p} * 100 \quad (5)$$

O  $T_i$  é calculado pela multiplicação do tempo médio de execução das modalidades individuais (como apresentado na Tabela 2) pelo número de atletas que serão processados na área de competição. Para as atividades coletivas é utilizada a média de tempo das três modalidades coletivas. O  $T_p$  é dado pela diferença entre o horário de entrada do primeiro atleta, ou grupo de atletas, a executar uma atividade e o

horário de saída do último atleta, ou grupo de atletas, da área para a qual se está calculando.

#### 4. Resultados

Visando verificar a aplicabilidade e a eficiência do método proposto, foram realizados testes tanto para o cálculo dos índices de priorização quanto para o algoritmo de alocação dos atletas. Os testes foram conduzidos sobre uma lista gerada aleatoriamente e sobre um banco de dados gerado a partir de uma competição real. Foram analisados o tempo médio de permanência dos atletas na competição e a eficiência do cronograma gerado utilizando o método citado na seção anterior. Como referência, objetiva-se uma eficiência superior a 75%. Esse valor foi definido empiricamente levando-se em consideração que não existem dados históricos que indiquem um padrão para a quantidade de atividades que cada atleta se inscreve em média em uma competição desse tipo. O tempo de permanência na competição deve ser inferior a duas horas, esse valor foi definido pela organização do evento.

##### 4.1. Testes com lista aleatória

Nesse teste buscou-se verificar a consistência do índice de priorização. A lista gerada aleatoriamente conta com dez atletas fictícios que participam de modalidades individuais e coletivas. A partir dessas informações, foi gerada a matriz que descreve o status de participação dos atletas (Tabela 6). Na sequência, determinaram-se os índices de priorização ID1 e ID2, como apresentado no item 3.3 (ver Tabela 7).

Tabela 6: Lista de atletas e seu status de participação em cada categoria

Modalidade	Kata	Detona o Bob	Super Defesa	Circuito	Enbu	Kata Equipe	Kumite
Felipe	1	1	1	1	1	1	1
Gustavo	0	1	1	0	1	1	0
André	1	0	0	0	1	0	0
Ramiro	1	0	1	1	0	0	0
João	1	1	1	1	0	1	0
Adam	1	1	1	1	1	0	1
Arthur	1	0	1	1	0	0	0
José	1	1	1	1	0	0	0
Ribeiro	1	0	0	1	0	0	0
Rafael	0	1	0	0	0	0	0



Tabela 7: Priorização dos atletas considerando o índice 1 e priorização com índice 2.

Priorização com índice 1			Priorização com índice 2		
Prioridade	Atleta	ID1	Prioridade	Atleta	ID2
1	Felipe	7,00	1	Felipe	17,00
2	Adam	6,00	2	Adam	16,00
4	João	5,00	3	João	13,00
3	Gustavo	4,00	4	José	6,00
5	José	4,00	5	Gustavo	5,00
7	Ramiro	3,00	6	Ramiro	4,13
8	Arthur	3,00	7	Arthur	3,50
6	André	2,00	8	Ribeiro	3,11
9	Ribeiro	2,00	9	André	3,00
10	Rafael	1,00	10	Rafael	2,00

A alocação dos atletas nas áreas de competição, detalhadas nas seções 3.4 e 3.5, é demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Cronograma da competição fictícia

Tempo	Detona o Bob	Super defesa	Circuito	Kata	Modalidades Coletivas
	A1	A2	A3	A4	A5
00:00	Felipe	Adam	João	André	
00:02	Gustavo	José	Ramiro	Arthur	Felipe x Gustavo
00:04	Rafael			Ribeiro	
00:06		Felipe	Adam	João	
00:08		Gustavo	José	Ramiro	Adam x André
00:10		Arthur	Ribeiro		
00:12	João		Felipe	Adam	
00:14		Ramiro		José	Felipe x Gustavo x João
00:16			Arthur		
00:18	Adam	João		Felipe	
00:20	José				Felipe x Adam
00:22					

A partir do cronograma final é possível verificar que o tempo máximo de permanência dos atletas na competição foi de 22 minutos, valor esse dentro dos parâmetros propostos pela organização do evento (abaixo das duas horas). Ao se calcular o segundo parâmetro de referência (eficiência do sistema), obtém-se 69,80%, demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados da eficiência do sistema

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Média</b>
<b>Ti</b>	12,00	14,00	14,00	16,00	16,00	14,40
<b>Tp</b>	22,00	20,00	18,00	20,00	24,00	20,80
<b>E</b>	54,55%	70,00%	77,78%	80,00%	66,67%	69,80%

Analisando os resultados, percebe-se que o reduzido número de atletas justifica um tempo de permanência baixo. Quanto à eficiência do sistema, considera-se que a necessidade de proporcionar aos atletas 4 minutos entre uma modalidade individual e outra fez com que o tempo de permanência aumentasse, gerando ociosidade nas áreas de competição e, por consequência, o aumento da ineficiência. Outro fator é a variabilidade na quantidade de modalidades em que cada atleta participa, que também gera reduções na eficiência.

#### **4.2. Teste com banco de dados de uma competição real**

No teste com o banco de dados real buscou-se avaliar a robustez do índice de priorização e do algoritmo de alocação, uma vez que o número de entradas é substancialmente superior ao teste preliminar. A competição era composta por 95 atletas com idades entre 9 e 14 anos distribuídos nos grupos de idade conforme a Tabela 9.

Tabela 9: Distribuição de atletas nos grupos de idade

<b>Grupo</b>	<b>Nº de atletas</b>
Até 9 anos	40
10 a 12 anos	45
13 a 14 anos	10

Por conta do elevado número de atletas, não serão apresentadas as matrizes de relação (o cronograma final é apresentado no Anexo 1). Para esse teste, foram considerados 4 intervalos de descanso de 5 minutos cada para a equipe de arbitragem da competição. Analisando os resultados obtidos, verifica-se que o tempo máximo de permanência na competição é de uma hora e trinta e oito minutos. Esse resultado está de acordo com a expectativa da organização da competição.

O cálculo da eficiência do sistema, apresentado na Tabela 10, resultou em 72,18%. Esse valor demonstrou que, mesmo com uma quantidade maior de atletas, foi possível desenvolver um cronograma que se aproximasse das expectativas da

organização. Contudo, a variabilidade na quantidade de modalidades em que cada atleta participa ainda é tida como responsável pelo não atingimento da meta estabelecida de 75%.

*Tabela 10: Resultados da eficiência do sistema*

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Média</b>
<b>Ti</b>	190,00	162,00	158,00	156,00	60,00	145,2
<b>Tp</b>	214,00	192,00	188,00	210,00	204,00	201,60
<b>E</b>	88,79%	84,38%	84,04%	74,29%	29,41%	72,18%

## 5. Conclusões

Esse estudo buscou desenvolver uma metodologia para o melhor aproveitamento dos recursos de uma competição de karate. O principal desafio deste trabalho foi gerar um cronograma que levasse em consideração as atividades coletivas (em que são necessários dois atletas ao mesmo tempo em um mesmo lugar e na sequência a separação dos mesmos para outras áreas), condições essas para as quais não foram identificadas abordagens na literatura.

Para tanto foi desenvolvido um método que utiliza as informações contidas nas inscrições do evento. A partir desses dados é feita a priorização e, na sequência, a alocação dos atletas nas áreas de competição. Foram conduzidos dois testes para avaliar a robustez do método proposto: um considerando uma amostra aleatória e outro utilizando dados reais de uma competição; como métrica de saída, avaliou-se o tempo máximo de permanência dos atletas na competição e a eficiência do sistema. Em ambos os casos o tempo máximo de permanência ficou dentro dos parâmetros estabelecidos: para o banco de dados aleatório, a eficiência do sistema foi de 69,80%, e para o banco de dados real foi de 72,18%. Em ambos os casos, considerou-se que a variabilidade na quantidade modalidades que cada atleta participa justifica os resultados abaixo do esperado pela equipe organizadora.

O método desenvolvido resolve o problema abordado de maneira aceitável, contudo ainda existem pontos que carecem de maior aprofundamento. Foram consideradas muitas informações empíricas em pontos importantes para a elaboração do método, como, por exemplo, os tempos de execução de cada modalidade. As regras de alocação ainda precisam ser revistas pois existem vários pontos que podem ser melhorados, principalmente no tocante as modalidades coletivas. Trabalhos futuros podem realizar testes para que os tempos de execução das atividades sejam

validados através de métodos científicos. Outro ponto que pode ser explorado é a variação no número de áreas de competição, que pode ser uma saída para competições que tenham poucos atletas ou mesmo em locais que não suportem um número elevado de áreas de competição. Pode-se ainda incluir a análise da influência de escalas de arbitragem e custos sobre as programações propostas ou ainda a inserção de novas variáveis para a priorização dos atletas.

## Referências

Allahverd, A. **The third comprehensive survey on scheduling problems with setup times/costs**. European Journal of Operational Research, Kuwait, v. 246, p. 345-378, October, 2015.

Blazewicz, J. **Review of properties of different precedence graphs for scheduling problems**. European Journal of Operational Research, Switzerland, v. 142, p. 435-443, November, 2002.

Brucker, P. **Scheduling and constraint propagation**. Discrete Applied Mathematics, Germany, v. 123, p. 227–256, November. 2002.

Cardoen B., et al. **Operating room planning and scheduling: A literature review**. European Journal of Operational Research, Belgium, v. 201, p. 921-932, March, 2010.

Corrêa H.L., Corrêa C.A. **Administração da produção e operações**, 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

Froger A. et al. **Maintenance scheduling in the electricity industry: A literature review**. European Journal of Operational Research, 2015.

Gahm, C., et al. **Energy-efficient scheduling in manufacturing companies: A review and research framework**. European Journal of Operational Research, Germany, 2015. DOI:10.1016/j.ejor.2015.07.017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

Herrmann J.W. **The legacy of Taylor, Gantt, and Johnson: How to improve production scheduling**. ISR Technical Report, Maryland, 2007.

Kendall G., et al. **Scheduling in sports: An annotated bibliography**. Computers & Operations Research, v. 37, p. 1-19, January, 2010.

Lee Y. H., Pinedo M. **Scheduling jobs on parallel machines with sequence-dependent setup times**. European Journal of Operational Research, v. 100, p. 464-474, 1997.

Mason, S.J., Fowler, J.W., Carlyle, W.M. **A modified shifting bottleneck heuristic for minimizing total weighted tardiness in complex job shops**. Journal of Scheduling 5, 247–262, 2002.

Marcu V., Buhaş S.D. **Sports Organizations: Management and Science**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 117, p. 678-682, 2014.

Morton, T.E., Pentico, D. **Heuristic Scheduling Systems: With Applications to Production Systems and Project Management**. Wiley, New York, 1993.

Noal L.C. **Sistemática para sequenciamento de produção com base na heurística Apparent Tradeness Cost (ATC)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

Pfund M., et al. **Scheduling jobs on parallel machines with setup times and ready times**. Computers & Industrial Engineering, v.54, p. 764-782, 2008.

Pinedo, M. **Planning and Scheduling in Manufacturing and Services**. New York: Springer, 2005.

Pinedo, M.L. **Scheduling: Theory, Algorithms, and System**, 3. ed. New York: Springer, 2008.

Rachamadugu R.V., Morton T.E. **Myopic heuristics for the single machine weighted tardiness problem**. Carnegie Mellon University, 1983.

Robinson, L. **The business of sport**. Sport and society, p. 207–328, London, 2008.

Su L.-H., et al. **Sports tournament scheduling to determine the required number of venues subject to the minimum timeslots under given formats**. Computers & Industrial Engineering, v. 65, p. 226-232, june, 2013.

Vepsalainen, A., Morton, T.E. **Priority rules for job shops with weighted tardiness costs**. Management Science 33, 1035–1047, 1987.

Yen B. P.-C. **Communication infrastructure in distributed scheduling**. Computers & Industrial Engineering, China, v. 42, p. 149-161, April, 2002.

Yue, X., and Jang, J.J. **Minimizing the total weighted tardiness on a single machine with the sequence dependent setup time and future ready time**. Working Paper, IME Department, University of Wisconsin-Milwaukee, 2011.

## Anexo 1

	Detona o Bob	Super Defesa	Circuito	Kata Individual	Kata Equipe/Enbu/Kumite
14:30	GUSTAVO SANTOS CABRAL	KENNY ANDERSON DOS SANTOS	RICHARD SANTOS PEDROSO	ALEXIA SOUZA MERINO	
14:32	ANNALUZ NESSY FONTOURA	DANTE TREVISAN GERHARDT	MARIA EDUARDA CARDOSO A	SOPHIA MANTOVANI	
14:34	MARTINA TOFFOLI WAN	JULIA OLIVEIRA	BERNARDO KRAMM MARTINS	CAMILA COUTO FRASAO	GUSTAVO SANTOS CABRAL/KENNY ANDERSON DOS SANTOS/RICHARD SANTOS PEDROSO
14:36	GABRIELE COSTA DA COSTA	GUSTAVO COSTA BATISTA	JOAO VITOR GONÇALVES S.	JOAQUIM KRAMM MARTINS	
14:38	PAULO JUNIOR CORREIA	TEYLOR LAYON OLIVEIRA	LARA VARGAS DA SILVA	RAFAEL DAHM SANTOS	
14:40	IVAN BONFIGLIO PEREIRA	LUIZE WEILLER KREMER	RAFAEL MATSUMURA	RAFAEL SILVEIRA	
14:42	AGATA MARTINS	ALBERTE	ARTHUR KUNRATH		ALEXIA SOUZA MERINO/JULIA KIELING/SOPHIA MANTOVANI
14:44	CRISTOFER BATISTA V.	JOAO VITOR GODOI	MIKAELA		
14:46	RAFAELA MARTINS SILVA	SILVANA SIQUEIRA FURTUNA	GUSTAVO SILVA BREIER		
14:48	HEITOR WEILLER KREMER				
14:50	JULIA KIELING	GUSTAVO SANTOS CABRAL	KENNY ANDERSON DOS SANTOS	RICHARD SANTOS PEDROSO	ANA CAROLINA PALMA F./EDUARDO C. PINHEIRO/JOAO VITOR P. FELDEN
14:52	IASMIN BOEIRA	ANNALUZ NESSY FONTOURA	DANTE TREVISAN GERHARDT	MARIA EDUARDA CARDOSO A	
14:54	EMILLY RHAFELY OLIVEIRA	MARTINA TOFFOLI WAN	JULIA OLIVEIRA	BERNARDO KRAMM MARTINS	
14:56	KANDACE	GABRIELE COSTA DA COSTA	GUSTAVO COSTA BATISTA	JOAO VITOR GONÇALVES S.	
14:58	ENZO F WEIRICK	PAULO JUNIOR CORREIA	TEYLOR LAYON OLIVEIRA	LARA VARGAS DA SILVA	
15:00	SOFIA ANDRADE	IVAN BONFIGLIO PEREIRA	LUIZE WEILLER KREMER	RAFAEL MATSUMURA	IASMIN BOEIRA/JULIA OLIVEIRA/MARTINA TOFFOLI WAN
15:02	ARTHUR KUNRATH	AGATA MARTINS	ALBERTE		
15:04	MIKAELA	CRISTOFER BATISTA V.	JOAO VITOR GODOI		
15:06	GUSTAVO SILVA BREIER	RAFAELA MARTINS SILVA	SILVANA SIQUEIRA FURTUNA		RHAISSA OLIVEIRA PEREIRA/SUELEM GOULART NETO/YASMIM PAIM
15:08		HEITOR WEILLER KREMER			
15:10	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	
15:15	ALEXIA SOUZA MERINO	JULIA KIELING	GUSTAVO SANTOS CABRAL	KENNY ANDERSON DOS SANTOS	LUCAS KIELING/VITHOR VARGAS/VITOR LAUER
15:17	SOPHIA MANTOVANI	IASMIN BOEIRA	ANNALUZ NESSY FONTOURA	DANTE TREVISAN	

				GERHARDT	
15:19	CAMILA COUTO FRASAO	EMILLY RHAFEAELY OLIVEIRA	MARTINA TOFFOLI WAN	JULIA OLIVEIRA	
15:21	JOAQUIM KRAMM MARTINS	KANDACE	GABRIELE COSTA DA COSTA	GUSTAVO COSTA BATISTA	
15:23	RAFAEL DAHM SANTOS	ENZO F WEIRICK	PAULO JUNIOR CORREIA	TEYLOR LAYON OLIVEIRA	ANNALUZ NESSY FONTOURA/KEROLYN LIMA/NATALIA SANTOS DA SILVA
15:25	RAFAEL SILVEIRA	SOFIA ANDRADE	IVAN BONFIGLIO PEREIRA	LUIZE WEILLER KREMER	
15:27	ALBERTE	ARTHUR KUNRATH	AGATA MARTINS		
15:29	JOAO VITOR GODOI	MIKAELA	CRISTOFER BATISTA V.		GIANN PIVETA/JHENYFFER MACHADO BRITTO/NATHAN VASCONCELOS COELHO
15:31	SILVANA SIQUEIRA FURTUNA	GUSTAVO SILVA BREIER	RAFAELA MARTINS SILVA		
15:33			HEITOR WEILLER KREMER		
15:35	RICHARD SANTOS PEDROSO	ALEXIA SOUZA MERINO	JULIA KIELING	GUSTAVO SANTOS CABRAL	LEONARDO F ZANOTELLI/LUIS FELIPE BRIER/MIGUEL AGUIAR
15:37	MARIA EDUARDA CARDOSO A	SOPHIA MANTOVANI	IASMIN BOEIRA	ANNALUZ NESSY FONTOURA	
15:39	BERNARDO KRAMM MARTINS	CAMILA COUTO FRASAO	EMILLY RHAFEAELY OLIVEIRA	MARTINA TOFFOLI WAN	
15:41	JOAO VITOR GONÇALVES S.	JOAQUIM KRAMM MARTINS	KANDACE	GABRIELE COSTA DA COSTA	BRUNA ARIANE ANDRADE/MARIA EDUARDA CARDOSO A/RAFAELA SILVA POLHMANN
15:43	LARA VARGAS DA SILVA	RAFAEL DAHM SANTOS	ENZO F WEIRICK	PAULO JUNIOR CORREIA	
15:45	RAFAEL MATSUMURA	RAFAEL SILVEIRA	SOFIA ANDRADE	IVAN BONFIGLIO PEREIRA	
15:47	KENNY ANDERSON DOS SANTOS	RICHARD SANTOS PEDROSO	ALEXIA SOUZA MERINO	JULIA KIELING	DANTE TREVISAN GERHARDT/ERICK K. D. SOUZA/THAILHEY ANDRIWS G. SILVA
15:49	DANTE TREVISAN GERHARDT	MARIA EDUARDA CARDOSO A	SOPHIA MANTOVANI	IASMIN BOEIRA	
15:51	JULIA OLIVEIRA	BERNARDO KRAMM MARTINS	CAMILA COUTO FRASAO	EMILLY RHAFEAELY OLIVEIRA	
15:53	GUSTAVO COSTA BATISTA	JOAO VITOR GONÇALVES S.	JOAQUIM KRAMM MARTINS	KANDACE	
15:55	TEYLOR LAYON OLIVEIRA	LARA VARGAS DA SILVA	RAFAEL DAHM SANTOS	ENZO F WEIRICK	JHENYFFER MACHADO BRITTO/NATHAN VASCONCELOS COELHO
15:57	LUIZE WEILLER KREMER	RAFAEL MATSUMURA	RAFAEL SILVEIRA	SOFIA ANDRADE	LUCAS KIELING/VITOR LAUER
15:59	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	MIGUEL AGUIAR/VITHOR VARGAS
16:04	NATHAN VASCONCELOS COELHO	GIANN PIVETA	MIGUEL AGUIAR	JHENYFFER MACHADO BRITTO	EDUARDO DA SILVA/VINICIUS EDUARDO
16:06	LUIS FELIPE BRIER	LEONARDO F ZANOTELLI	VITHOR VARGAS	VITOR LAUER	
16:08	KAUÃ DORNELES DA ROSA	WESLLEI LIMA DA SILVA	RHAISSA OLIVEIRA PEREIRA	MICHELE P. ABBADY	

16:10	YASMIM PAIM	BRUNA ARIANE ANDRADE	ERICK K. D. SOUZA	THAILHEY ANDRIWS G. SILVA	NATHAN VASCONCELOS COELHO/MIGUEL AGUIAR
16:12	KEROLYN LIMA	ANA CAROLINA PALMA F.	EDUARDO C. PINHEIRO	JOAO VITOR P. FELDEN	
16:14	DEISE MOMBACH JOHN	ESTER OLIVEIRA RAFFMANN	GABRIEL LIMA ROBALO	JOAO PEDRO KUNRATH	
16:16	RHYANN	STEFANY SOUZA GONSALVES	VINICIUS RHIAN COSTA	WAGNER SILVA RAMOS	GIANN PIVETA/VITHOR VARGAS
16:18	FLAVIA ALEXANDRA SANTOS	KAMILE VITORIA ABREU	WILLIAN ALEXANDRE SANTOS	VINICIUS EDUARDO	
16:20	EDUARDO DA SILVA	ISABELA PERLA	MANUELA LOPES M.		
16:22	MELISSA UTZ				
16:24	JHENYFFER MACHADO BRITTO	NATHAN VASCONCELOS COELHO	GIANN PIVETA	MIGUEL AGUIAR	
16:26	LUCAS KIELING	LUIS FELIPE BRIER	LEONARDO F ZANOTELLI	VITHOR VARGAS	
16:28	SUELEM GOULART NETO	KAUÃ DORNELES DA ROSA	WESLLEI LIMA DA SILVA	RHAISSA OLIVEIRA PEREIRA	
16:30	NATALIA SANTOS DA SILVA	YASMIM PAIM	BRUNA ARIANE ANDRADE	ERICK K. D. SOUZA	
16:32	ANA CAROLINA F. LUCAS	KEROLYN LIMA	ANA CAROLINA PALMA F.	EDUARDO C. PINHEIRO	
16:34	LUCAS LOHAN O. BORGES	DEISE MOMBACH JOHN	ESTER OLIVEIRA RAFFMANN	GABRIEL LIMA ROBALO	WESLLEI LIMA DA SILVA/LUCAS KIELING
16:36	GABRIEL MARROS	RHYANN	STEFANY SOUZA GONSALVES	VINICIUS RHIAN COSTA	
16:38	WILLIAN ALEXANDRE SANTOS	FLAVIA ALEXANDRA SANTOS	KAMILE VITORIA ABREU	RAFAELA SILVA POLHMANN	
16:40	MANUELA LOPES M.	MELISSA UTZ	ISABELA PERLA		KAUÃ DORNELES DA ROSA/VITOR LAUER
16:42	EDSON KAUAN SANTOS				
16:44	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	
16:49	GIANN PIVETA	SUSAN DA SILVA PEREIRA	NATHAN VASCONCELOS COELHO	JHENYFFER MACHADO BRITTO	
16:51	VITOR LAUER	LUCAS KIELING	LUIS FELIPE BRIER	LEONARDO F ZANOTELLI	
16:53	MICHELE P. ABBADY	SUELEM GOULART NETO	KAUÃ DORNELES DA ROSA	WESLLEI LIMA DA SILVA	
16:55	THAILHEY ANDRIWS G. SILVA	NATALIA SANTOS DA SILVA	YASMIM PAIM	BRUNA ARIANE ANDRADE	
16:57	JOAO VITOR P. FELDEN	ANA CAROLINA F. LUCAS	KEROLYN LIMA	ANA CAROLINA PALMA F.	MICHELE P. ABBADY/RHAISSA OLIVEIRA PEREIRA
16:59	JOAO PEDRO KUNRATH	LUCAS LOHAN O. BORGES	DEISE MOMBACH JOHN	ESTER OLIVEIRA RAFFMANN	
17:01	WAGNER SILVA RAMOS	GABRIEL MARROS	RHYANN	STEFANY SOUZA GONSALVES	

17:03	KAMILE VITORIA ABREU	WILLIAN ALEXANDRE SANTOS	FLAVIA ALEXANDRA SANTOS	EDSON KAUAN SANTOS	
17:05	VINICIUS EDUARDO	MANUELA LOPES M.	MELISSA UTZ	JOAO VITOR SANTANA	
17:07	ISABELA PERLA	RAFAELA SILVA POLHMANN		NIRVANA BRATZ PEREIRA	
17:09	MIGUEL AGUIAR	VITHOR VARGAS	SUSAN DA SILVA PEREIRA	NATHAN VASCONCELOS COELHO	
17:11	RHAISSA OLIVEIRA PEREIRA	VITOR LAUER	LUCAS KIELING	GIANN PIVETA	
17:13	ERICK K. D. SOUZA	MICHELE P. ABBADY	SUELEM GOULART NETO	KAUÃ DORNELES DA ROSA	
17:15	EDUARDO C. PINHEIRO	THAILHEY ANDRIWS G. SILVA	NATALIA SANTOS DA SILVA	YASMIM PAIM	
17:17	GABRIEL LIMA ROBALO	JOAO PEDRO KUNRATH	ANA CAROLINA F. LUCAS	KEROLYN LIMA	SUSAN DA SILVA PEREIRA/JHENYFFER MACHADO BRITTO
17:19	VINICIUS RHIAN COSTA	WAGNER SILVA RAMOS	LUCAS LOHAN O. BORGES	DEISE MOMBACH JOHN	
17:21	RAFAELA SILVA POLHMANN		GABRIEL MARROS	RHYANN	
17:23	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>INTERVALO</b>	VINICIUS FLORES OLIVEIRA/GABRIEL D. QUINTANILHA
17:28	SUSAN DA SILVA PEREIRA	MIGUEL AGUIAR	JOAO PEDRO KUNRATH	NATHAN VASCONCELOS COELHO	
17:30	LEONARDO F ZANOTELLI	RHAISSA OLIVEIRA PEREIRA	VITOR LAUER	GIANN PIVETA	
17:32	VITHOR VARGAS	ERICK K. D. SOUZA	MICHELE P. ABBADY	LUCAS KIELING	VICTOR HUGO SILVEIRA/JOAO VITOR SANTANA
17:34	WESLLEI LIMA DA SILVA	EDUARDO C. PINHEIRO	THAILHEY ANDRIWS G. SILVA	NATALIA SANTOS DA SILVA	
17:36	BRUNA ARIANE ANDRADE	GABRIEL LIMA ROBALO	WAGNER SILVA RAMOS	ANA CAROLINA F. LUCAS	
17:38	ANA CAROLINA PALMA F.	VINICIUS RHIAN COSTA		LUCAS LOHAN O. BORGES	
17:40	ESTER OLIVEIRA RAFFMANN	RAFAELA SILVA POLHMANN		GABRIEL MARROS	
17:42	STEFANY SOUZA GONSALVES			VINICIUS FLORES OLIVEIRA	
17:44	NICOLAS SCHERER			RILLARY SOUZA BUTIERRE	
17:46	GABRIEL D. QUINTANILHA			JULIA SILVA POLHMANN	
17:48	VINICIUS FLORES OLIVEIRA			THIESE COSTA BATISTA	NIRVANA BRATZ PEREIRA/RILLARY SOUZA BUTIERRE
17:50	VICTOR HUGO SILVEIRA			NICOLAS SCHERER	
17:52	JULIA SILVA POLHMANN				
17:54	JOAO VITOR SANTANA			JULIA SILVA POLHMANN	
17:56	NIRVANA BRATZ PEREIRA			THIESE COSTA BATISTA	

17:58	THIESE COSTA BATISTA			VICTOR HUGO SILVEIRA	
18:00	RILLARY SOUZA BUTIERRE				
18:02	LEONARDO JADOWSKI				