

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

# Sistemas de Aprendizagem e Extração de Conhecimento

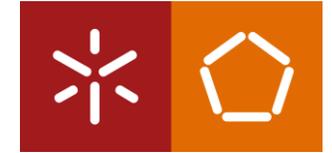
José Machado

Diana Ferreira



# **ASSOCIATION RULES COM O RAPIDMINER**

# CONTEXTO E PRESPECTIVA



O Pedro é gerente municipal de uma cidade de médio porte, mas que está em constante crescimento. Como a maioria dos municípios, a cidade tem recursos limitados face às necessidades que encontra.

O Pedro sabe que os cidadãos da comunidade são ativos em várias organizações comunitárias como igrejas, clubes sociais e entusiastas de passatempos, e acredita que estes grupos possam trabalhar juntos para atender algumas necessidades da comunidade.

Antes de começar a pedir às organizações comunitárias que comecem a trabalhar em conjunto, o Pedro precisa de descobrir se existem associações naturais entre os diferentes tipos de grupos.

**O Data Mining pode ajudá-lo a compreender estas associações.**

# BUSINESS UNDERSTANDING



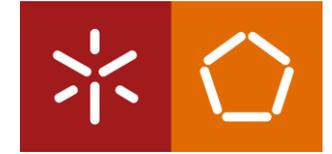
**O objetivo do Pedro é identificar e tirar proveito das conexões existentes na sua comunidade local para realizar algum trabalho que beneficie toda a comunidade.**

O Pedro e a sua família estão envolvidos num grupo amplo de organizações comunitárias, por isso ele está ciente, num sentido mais geral, da diversidade dos grupos assim como dos seus interesses, objetivos e potenciais contribuições.

Identificar indivíduos com quem trabalhar em cada igreja, clube social ou organização política será esmagador sem primeiro categorizar as organizações em grupos e procurar associações entre eles.

As **regras de associação** são uma metodologia de *Data Mining* que procura encontrar ligações frequentes entre os atributos de um *data set*.

# BUSINESS UNDERSTANDING



As **regras de associação** são comuns quando se faz análise de cestos de compras. Comerciantes e fornecedores em vários setores usam esta abordagem de *Data Mining* para tentar encontrar quais os produtos que são frequentemente comprados em conjunto.

Por exemplo, quando se compra um *smartphone*, acessórios como protetores de ecrã, carregadores ou auriculares são frequentemente recomendados. Os itens recomendados são identificados por técnicas de **regras de associação** entre itens que clientes anteriores compraram em conjunto com o item que você comprou.

Isto acontece quando a associação é tão frequente no conjunto de dados, que a **associação** pode ser considerada uma **regra**. Assim nasce o nome desta abordagem de *Data Mining*: "regras de associação".

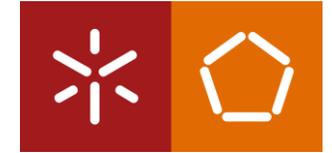
# DATA UNDERSTANDING



Usando o conhecimento do Pedro sobre a comunidade local foi criado um pequeno questionário que foi administrado *online* através de um site. Os líderes de cada organização convidada a participar no estudo receberam uma *password* única. Cada líder compartilhou com os membros do seu grupo a *password*. Após o término do questionário, foi criado um *data set* composto pelos seguintes atributos:

- **Elapsed\_Time:** tempo que a pessoa gastou para completar o questionário. Ele é expresso em minutos decimais (4,5 neste atributo seriam quatro minutos e trinta segundos).
- **Time\_in\_Community:** tempo que a pessoa viveu na área por 0-2 anos, 3-9 anos ou 10+ anos. Está registado no *data set* como “Short”, “Medium”, ou “Long”, respetivamente.
- **Gender:** sexo da pessoa.
- **Working:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa tem ou não um emprego remunerado no momento.

# DATA UNDERSTANDING



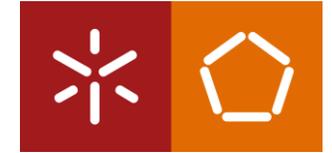
- **Age:** idade da pessoa em anos.
- **Family:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa é ou não membro de uma organização comunitária orientada para a família, como ligas recreativas ou desportivas para crianças, grupos de genealogia, etc.
- **Hobbies:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa é ou não atualmente membro de uma organização comunitária orientada a hobbies, como rádio amadora, recreação ao ar livre, motocicletas ou passeios de bicicleta.
- **Social\_Club:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa é ou não membro de uma organização social comunitária.
- **Political:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa é ou não membro de uma organização política com reuniões regulares na comunidade, como um partido político.

# DATA UNDERSTANDING



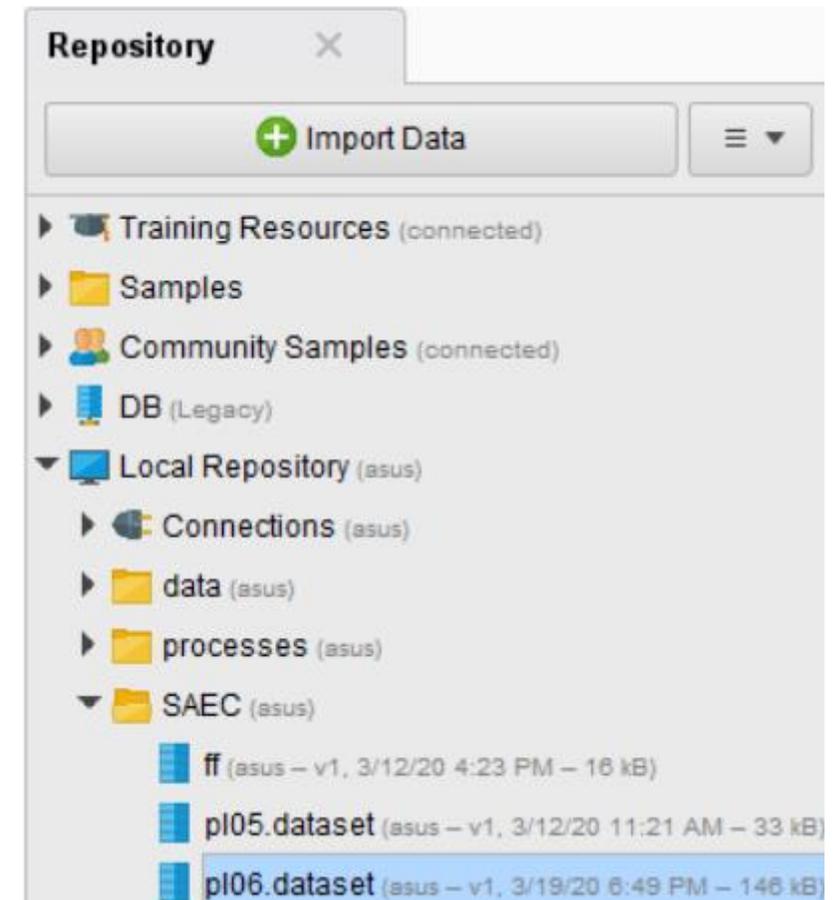
- **Professional:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa é ou não membro de uma organização profissional com reuniões de comitês locais, como um comitê de uma lei ou sociedade médica, um grupo de pequenos empresários.
- **Religious:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa é ou não atualmente membro de uma igreja na comunidade.
- **Support\_Group:** resposta do tipo sim/não indicando se a pessoa é ou não membro de uma organização comunitária orientada para o apoio, como Alcoólicos Anônimos.

# DATA PREPARATION

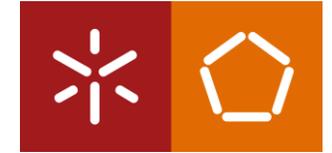


## Download do dataset: pl06.dataset.csv

1. Importar o CSV para o repositório rapidminer (Import Data -> My Computer)
2. Verificar a *view* dos resultados e inspecionar os dados CSV importados (Data, Statistics)



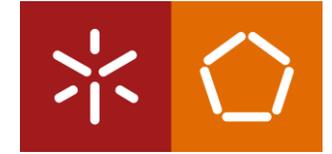
# DATA PREPARATION



3. Arraste o dataset **pl06.dataset** para uma nova janela de processo no RapidMiner
4. Execute o modelo para inspecionar os dados e salve o processo como **pl06\_processo**, como mostrado na figura.

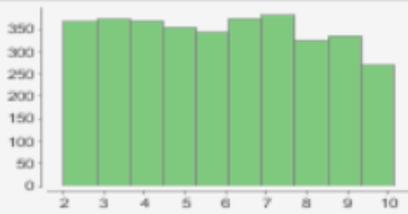
The image shows a composite screenshot of the RapidMiner software interface. On the left, the main application window is visible, with the 'Process' menu open and the 'Save Process as...' option highlighted with a red rectangle. Below this, a smaller window shows a tree view of the 'SAEC (asus)' repository containing 'pl05.dataset', 'pl06.dataset', and 'pl06\_processo'. On the right, the 'Repository Browser' dialog box is open, displaying a tree view of the 'Local Repository (asus)' with 'SAEC (asus)' expanded to show 'pl05.dataset' and 'pl06.dataset'. The 'Name' field at the bottom of the dialog is filled with 'pl06\_processo', and the 'Location' field shows the path '//Local Repository/SAEC/pl06\_processo'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are visible at the bottom right of the dialog.

# DATA PREPARATION



5. Seleccione a *view* “Results” e escolha a opção “Statistics”. Note que:

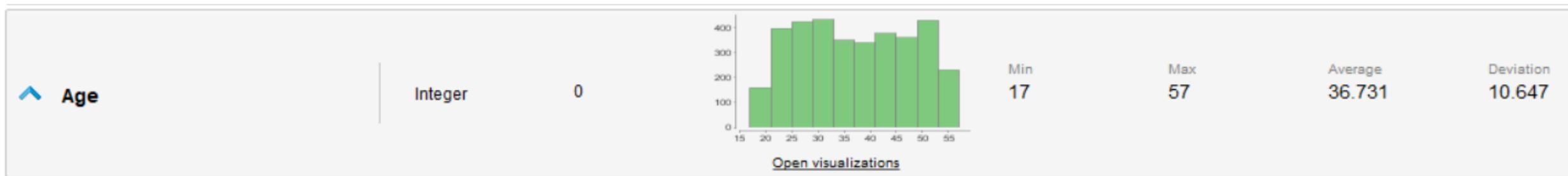
- Não existe nenhum *missing value* para nenhum dos 12 atributos.
- Para os dados numéricos, o RapidMiner apresenta o valor mínimo, o valor máximo, a média e o desvio padrão para cada atributo.

Name	Type	Missing	Statistics	Filter (12 / 12 attributes): <input type="text" value="Search for Attril"/>								
 Elapsed_Time	Real	0	 <a href="#">Open visualizations</a>	<table border="1"><thead><tr><th>Min</th><th>Max</th><th>Average</th><th>Deviation</th></tr></thead><tbody><tr><td>2.010</td><td>10.150</td><td>5.922</td><td>2.293</td></tr></tbody></table>	Min	Max	Average	Deviation	2.010	10.150	5.922	2.293
Min	Max	Average	Deviation									
2.010	10.150	5.922	2.293									

# DATA PREPARATION



- Qualquer valor inferior a dois desvios padrão abaixo da média ou dois desvios padrão acima da média, é estatisticamente considerado como *outlier*. Por exemplo, no atributo “Age”, a idade média é 36,731, enquanto o desvio padrão é 10,647. Dois desvios padrão acima da média seriam 58,025 ( $36,731 + (2 * 10,647)$ ), e dois desvios padrão abaixo da média seriam 15,437 ( $36,731 - (2 * 10,647)$ ).
- Ao observar o valor Min e Max, é possível perceber que o atributo “Age” tem um intervalo de 17 a 57, por isso todas as instâncias estão dentro de dois desvios padrão acima e abaixo da média, ou seja, não existem *outliers*.



É importante saber que embora dois desvios padrão sejam uma diretriz, não é uma regra universal.

# DATA PREPARATION

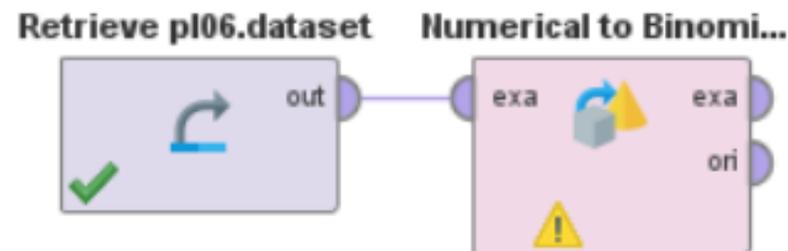


- Os atributos do tipo sim/não foram registrados como 0 ou 1 e importados como 'integer'.

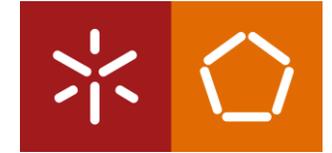


Os operadores de regras de associação do RapidMiner requerem que os atributos sejam do tipo de dados 'binominal'.

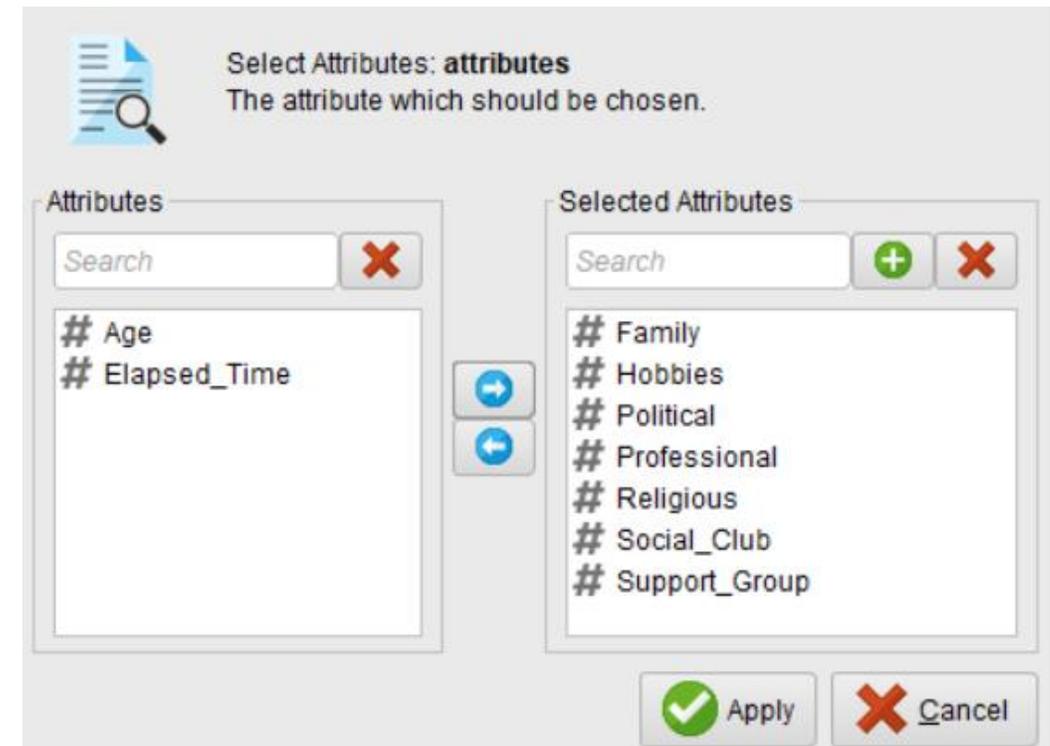
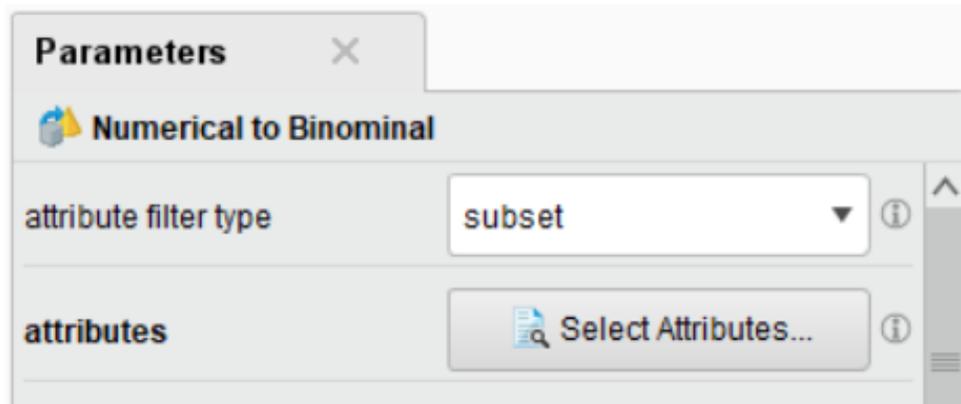
6. Volte para a *view* “Design”. Na caixa Operadores, pesquise “Numerical to Binomial” e adicione esse operador na janela de processo.



# DATA PREPARATION



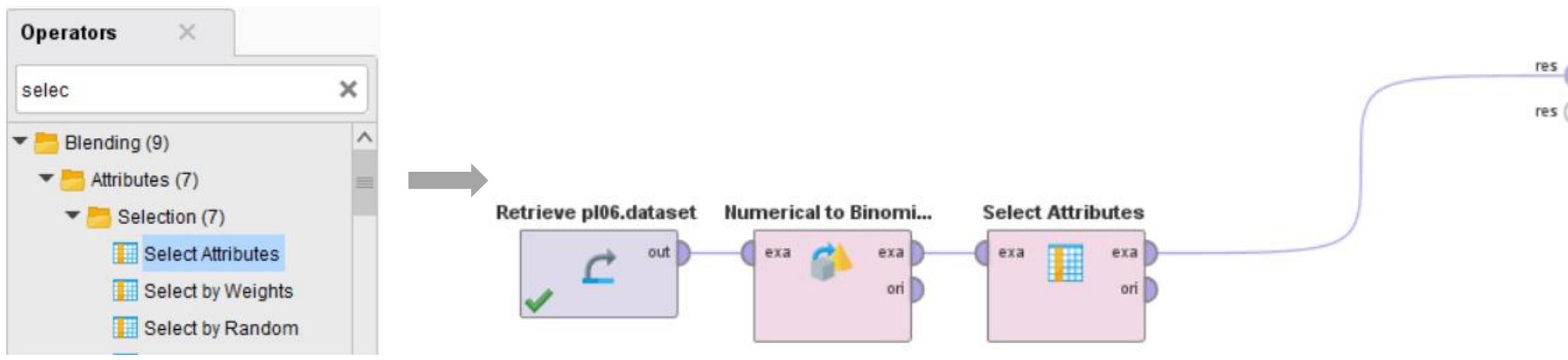
7. Na janela do processo, clique em cima do operador “Numerical to Binomial”. No painel lateral direito intitulado *Parameters*, mude o *attribute filter type* para “subset” e depois selecione a opção “Select Attributes”. Selecione os seguintes atributos para inclusão: Family, Hobbies, Social\_Club, Political, Professional, Religious, Support\_Group.



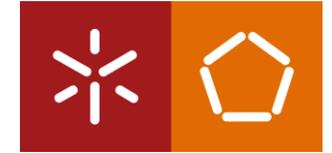
# DATA PREPARATION



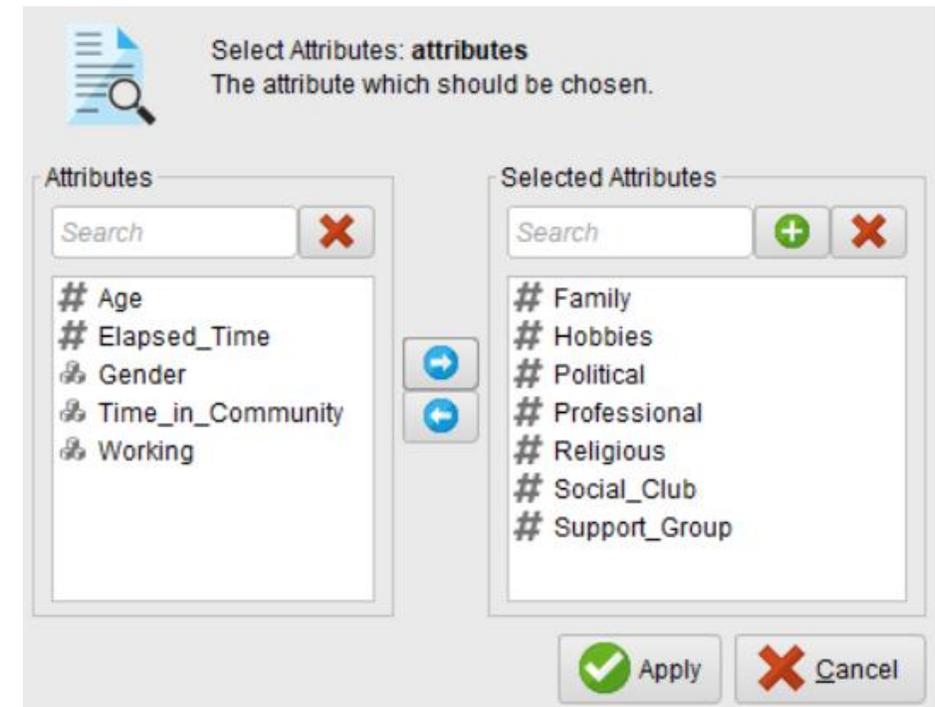
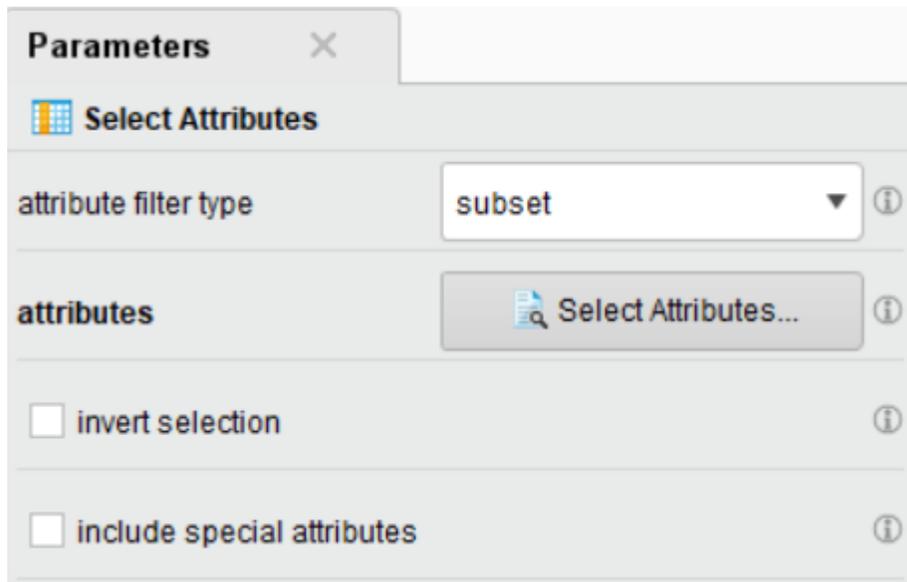
8. É necessário reduzir o número de atributos no nosso conjunto de dados. O tempo que cada pessoa demorou para completar o questionário não é relevante no contexto do nosso problema, assim como outros atributos como o sexo e a idade. Adicione um operador do tipo *Select Attributes* e arraste para a janela do processo.



# DATA PREPARATION



9. Na janela do processo, clique em cima do operador *Select Attributes*. No painel lateral direito intitulado *Parameters*, mude o *attribute filter type* para “subset” e depois selecione a opção “Select Attributes”. Selecione os seguintes atributos para inclusão: Family, Hobbies, Social\_Club, Political, Professional, Religious, Support\_Group.



# DATA PREPARATION



10. Clique no botão 'play' para correr o modelo.

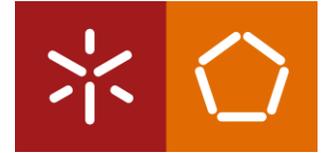


Row No.	Family	Hobbies	Social_Club	Political	Professional	Religious	Support_Gr...
1	true	false	false	false	false	false	false
2	false	false	false	false	false	true	true
3	true	true	false	false	true	false	false
4	false	false	false	false	false	false	false
5	false	false	false	true	true	false	true
6	false	false	false	false	true	false	false
7	false	false	false	false	false	false	true
8	true	true	true	false	false	true	false

Os valores de 1 ou 0 são agora refletidos como 'verdadeiro' ou 'falso'.

No RapidMiner, o tipo de dados 'binominal' é usado em vez de 'binomial'. **Binomial** significa um de dois números (geralmente 0 e 1). **Binominal**, por outro lado, significa um de dois valores que podem ser tanto numéricos como baseados em caracteres.

# MODELING



O RapidMiner apresenta vários operadores de regras de associação. Neste exemplo será usado o operador FP-Growth.

FP (*Frequency Pattern*)



Sem ter frequências de combinações de atributos, não poderíamos determinar se algum dos padrões nos dados ocorre com frequência suficiente para ser considerado regra.

# MODELING



1. Arraste operador *FP-Growth* para o processo. Anote o parâmetro *min support* no lado direito. Certifique-se de que as portas *exa* e *fre* estão conectadas às portas *res*.

The screenshot shows a software interface for data processing. On the left, there is a 'Repository' pane with a tree view containing 'DB (Legacy)', 'Local Repository (asus)', 'Connections (asus)', 'data (asus)', 'processes (asus)', and 'SAEC (asus)'. Below it is an 'Operators' pane with a search bar containing 'fp' and a list of operators under 'Modeling (1)' > 'Associations (1)', including 'FP-Growth'. The main 'Process' area shows a workflow: 'Retrieve pl06.dataset' (out) -> 'Numerical to Binomi...' (exa, ori) -> 'Select Attributes' (exa, ori) -> 'FP-Growth' (exa, fre). The 'FP-Growth' operator has three output ports labeled 'res'. On the right, a 'Parameters' pane for 'FP-Growth' is shown with the following settings: 'input format' (items in dummy coded...), 'positive value' (empty), 'min requirement' (support), 'min support' (0.95, circled in orange), and 'min items per itemset' (1). A 'Help' pane at the bottom right shows 'FP-Growth' with 'Concurrency' and tags: 'Associations, Market, Basket, Upselling, Up-selling'.

Porta *exa* → irá gerar um separador de exemplo (observações e estatísticas do dataset)

Porta *fre* → irá gerar uma matriz de qualquer padrão frequente que o operador possa encontrar nos dados

# MODELING



2. Corra o modelo e seleccione o separador dos resultados.

No. of Sets: 6  
Total Max. Size: 2

Min. Size:

Max. Size:

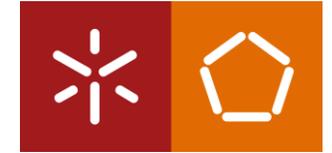
Contains Item:

Size	Support	Item 1	Item 2
1	0.419	Religious	
1	0.390	Family	
1	0.324	Professional	
1	0.300	Hobbies	
2	0.225	Religious	Family
2	0.239	Religious	Hobbies

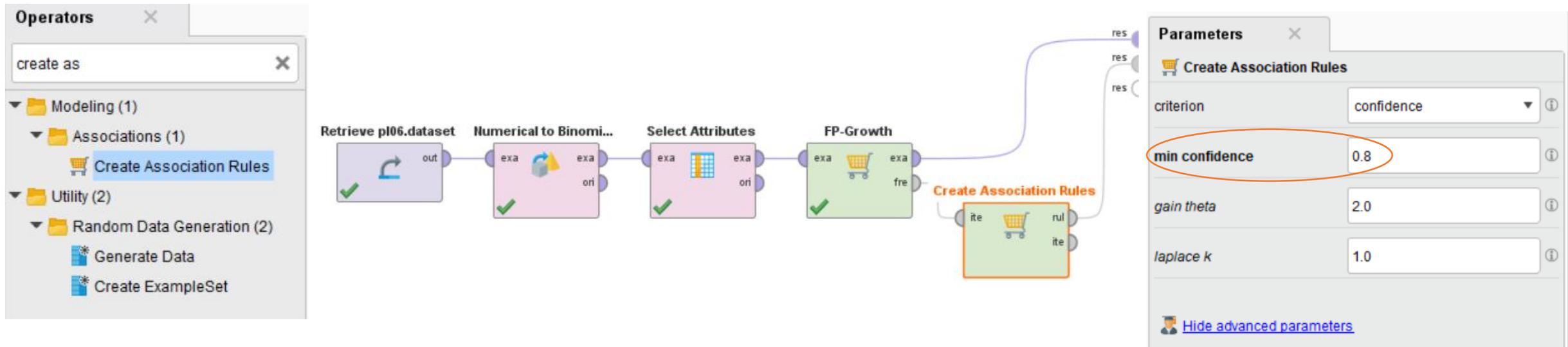


As organizações religiosas podem ter algumas conexões naturais com as organizações Família e Hobbies.

# MODELING



3. Para investigar estas relações podemos usar o operador *Create Association Rules*. Este operador usa os dados da matriz de frequência de padrões e procura quaisquer padrões que ocorram com frequência suficiente para que possam ser considerados regras. Procure este operador, arraste-o para o processo (tal como na imagem) e corra.



# MODELING



Resultado: Não foram encontradas regras de associação.

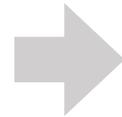


O processo CRISP-DM é de natureza cíclica e, às vezes, é necessário voltar atrás entre as etapas antes de criar um modelo que produza resultados.

# EVALUATION



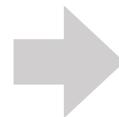
Percentagem de  
Confiança



Quão confiantes estamos de que, quando um atributo é sinalizado como verdadeiro, o atributo associado também será sinalizado como verdadeiro?

**Premise → Conclusion**

Percentagem de  
Suporte

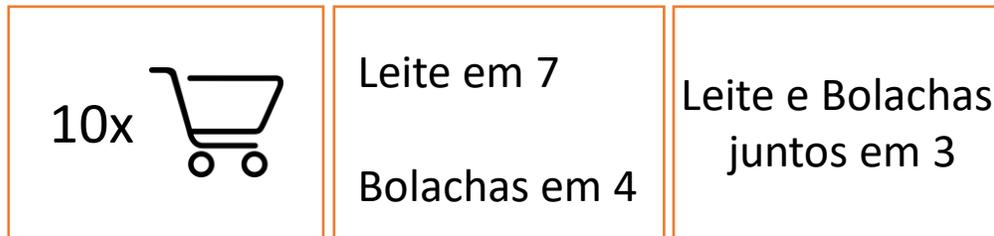


Corresponde ao número de vezes que a regra ocorreu, dividido pelo número de observações no *dataset* (em percentagem).

# EVALUATION



## Exemplo



### **Bolachas → Leite**

Podiam ter coincidido em 4 carrinhos,  
mas só coincidiram em 3

$3/4 \rightarrow 0.75 \rightarrow 75\%$  de confiança

### **Leite → Bolachas**

Podiam ter coincidido em 7 carrinhos,  
mas só coincidiram em 3

$3/7 \rightarrow 0.429 \rightarrow 43\%$  de confiança



$3/10 \rightarrow 0.3 \rightarrow$   
30% de  
suporte

# EVALUATION



No separador de *Design*, clique no operador *Create Association Rules* e mude o parâmetro *min confidence* para 0.5 -> qualquer associação com pelo menos 50% de confiança deve ser exibida como regra.

The screenshot displays a software interface for configuring a 'Create Association Rules' operator. On the left, a toolbar contains icons for document, folder, add, connect, and grid. Below the toolbar, a 'Create Association Rules' operator is shown as a green box with a shopping cart icon and a checkmark. It has two input ports labeled 'ite' and two output ports labeled 'rul' and 'ite'. To the right, a 'Parameters' dialog box is open, showing the following settings:

- Parameters** (Close button)
- Create Association Rules** (Shopping cart icon)
- criterion**: confidence (Dropdown menu)
- min confidence**: 0.5 (Text input field)

# EVALUATION



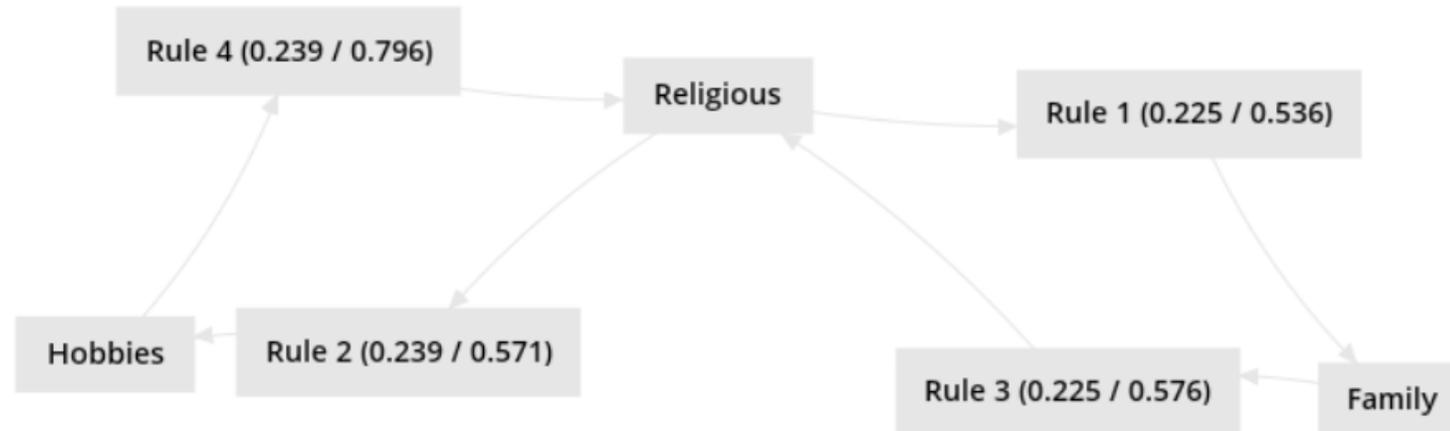
No.	Premises	Conclusion	Support	Confidence	LaPlace	Gain	p-s	Lift	Convicti...
1	Religious	Family	0.225	0.536	0.863	-0.613	0.061	1.376	1.316
2	Religious	Hobbies	0.239	0.571	0.873	-0.598	0.113	1.902	1.630
3	Family	Religious	0.225	0.576	0.881	-0.555	0.061	1.376	1.371
4	Hobbies	Religious	0.239	0.796	0.953	-0.361	0.113	1.902	2.852



Min. Criterion:

confidence

Min. Criterion Value:





# EVALUATION

- O palpite de que as organizações religiosas, familiares e de hobby estão relacionadas estava correto;
- A regra número 4 apresenta uma percentagem de confiança de quase 80%;
- As outras associações têm percentagens de confiança mais baixas, mas ainda assim são muito boas;
- Podemos observar que cada uma das quatro regras são suportadas por mais de 20% das observações no *dataset*;
- % de suporte: regra 1 = regra 3 e regra 2 = regra 4
- % de confiança: regra 1  $\neq$  regra 2  $\neq$  regra 3  $\neq$  regra 4

# DEPLOYMENT



**Existem ligações entre os tipos de grupos comunitários?**



Sim, as organizações de igreja, família e hobby da comunidade têm alguns membros em comum.



Parece que Pedro terá mais sorte em encontrar grupos que colaborarão em projetos pela cidade, envolvendo organizações relacionadas com igrejas, hobbies e família.