



Tutorial MiningMath

Traduzido por: Sílvia de Castro Martins, Doutoranda UFMG
Revisado por: Douglas Batista Mazzinghy, Professor UFMG

SUMÁRIO

Começar.....	6
1. Verificação rápida.....	6
1.1 Requisitos do sistema.....	6
1.2 <i>Hardware</i> Recomendado.....	6
2. Ponha para funcionar!.....	6
2.1 Instalando, ativando e rodando!.....	6
2.2 Ativando sua licença.....	7
Pratique primeiro.....	9
1. Como rodar um cenário.....	9
2. Resultados da otimização.....	9
2.1 Visualizador.....	9
2.2 Arquivos de saída.....	11
Otimizando cenários.....	13
1. Brinque com os cenários predefinidos.....	13
Árvores de decisão.....	17
1. Comparando cenários.....	17
2. Como analisar vários cenários.....	17
2.1 Aumento do preço do cobre.....	17
2.2 Adicionando restrição de teor médio.....	18
3. Construindo as Árvores de Decisão.....	19
4. Aplique em seus projetos.....	19
A teoria por trás.....	21
1. A teoria por trás da tecnologia.....	21
1.1 Exclusividade <i>MiningMath</i>	21
1.2 O que é o Sequenciamento Direto de Blocos?.....	21
1.3 Fluxo de caixa com desconto x Fluxo de caixa sem desconto.....	23
De dentro para fora.....	25
1. Compreendendo as diferenças.....	25
1.1 Tecnologia tradicional.....	25
1.2 Sequenciamento direto de blocos (SDB).....	26
Visão geral da interface.....	28
1. <i>MiningMath Home Page</i>	28
2. <i>Aba Model</i>	28
3. <i>Aba Scenario</i>	29
3.1 Parâmetros Gerais.....	29
3.2 Destinos: processamento, pilha de estéril e pilha de estoque.....	30
3.3 Entradas de produção.....	32
3.4 Entradas Geométricas.....	32
3.5 Média.....	34

3.6	Soma.....	34
3.7	Visão geral.....	35
4.	Visualizador.....	35
5.	Navegando na interface do usuário.....	36
	Formatando o modelo de blocos.....	37
1.	Requisitos básicos do modelo de bloco.....	37
1.1	Modelo de Bloco.....	37
1.2	Boas práticas.....	37
2.	Etapas da formatação.....	37
2.1	Compreendendo os tipos de campo.....	37
2.2	Requisitos obrigatórios.....	38
2.3	Atenção às convenções do <i>software</i>	38
2.4	Blocos de ar.....	40
	Importação do modelo de blocos.....	41
1.1	Arquivo do modelo de blocos.....	41
1.2	Nomenclatura do Projeto.....	41
1.3	Campos importados e validação.....	41
1.4	Sistema de georreferência, origem e dimensão.....	42
1.5	Atribuição do tipo de campo.....	42
1.6	Teor, dimensão e origem.....	43
1.7	Visualize seu modelo e superfícies.....	43
	Valores econômicos.....	45
1.	Introdução.....	45
1.1	Destinos obrigatórios.....	45
2.	Valor Econômico: Cálculo.....	45
2.1	Tonelagem do bloco.....	46
2.2	Tonelagem de cobre.....	46
2.3	Massa de ouro.....	46
2.4	Valor Econômico do processo.....	46
2.5	Valor econômico do estéril.....	47
	Validação de dados.....	48
1.	Execute sua primeira otimização.....	48
1.1.	Valide primeiro.....	48
	Validação de restrições.....	50
1.	Adicione restrições ao seu projeto.....	50
1.1.	Vamos deixar tudo claro.....	51
	Fluxo de trabalho integrado.....	52
1.	Escolha seu próprio caminho.....	52
	Melhor caso.....	54
1.	Obtenha o limite superior do VPL.....	54

1.1	Mais informações e refinamentos.....	54
	Análise Exploratória.....	56
1.	Trabalhe em diferentes prazos.....	56
1.1.	Mais detalhes.....	57
	Otimização de cronograma.....	59
1.	Considere sua produção real.....	59
	Planejamento de curto prazo.....	61
1.	Integre o curto e o longo prazo.....	61
	Exportando dados.....	63
	Exportando o modelo.....	63
2.1	Intervalos de período.....	65
2.2	Prazos.....	65
2.3	Limites de Produção.....	66
2.4	Adicionar / Remover Intervalos.....	66
2.5	Múltiplos períodos.....	66
	Opção de função.....	67
1.	A calculadora.....	67
2.	Abordagem prática.....	67
1.1	Adicionando um campo sem expressão lógica.....	67
2.2	Adicionando um campo com uma expressão lógica.....	68
	Teor de corte.....	69
1.	Visão geral do teor de corte global.....	69
2.	Forçando um teor de corte.....	69
2.1	Usando Valores Econômicos.....	70
2.2	Usando a aba <i>Average</i>	70
2.3	Usando a aba <i>Sum</i>	70
3.	Compreendendo os resultados.....	71
	Validando Valores.....	72
1.	Conceito básico.....	72
1.1.	Blocos de minério.....	72
1.2.	Blocos de Estéril.....	72
2.	Valores Mínimos e Máximos.....	72
	Problemas comuns.....	75
1.	Entenda a estrutura.....	75
1.1	Iniciar.....	75
1.2	Erro -3001:.....	76
2.	Pratique primeiro, 3. Otimizando cenários, 4. Árvores de decisão, 5. Teoria subjacente,	
6.	Visão geral da interface.....	77
7.	Formatando o modelo de blocos.....	77
8.	Valores Econômicos.....	78

9. Importando Dados.....	79
10. Validação de dados.....	79
11. Validação de restrições.....	80
12. Fluxo de trabalho integrado, 13. Melhor caso, 14. Análise exploratória, 15. Otimização de cronograma, 16. Planejamento de curto prazo.....	80

Começar

1. Verificação rápida

1.1 Requisitos do sistema

O único requisito obrigatório para a utilização do *MiningMath* é um sistema de 64 *bits*, pois o Sequenciamento direto de blocos só se tornou viável com esta tecnologia.

- Windows 10.
- Sistema de 64 *bits* (obrigatório).
- 110 MB de espaço (instalação) + espaço adicional para os arquivos de seus projetos.
- Processador: processadores acima de 2,4 GHz são recomendados para melhorar sua experiência.
- Memória: pelo menos 4 GB de RAM são necessários. Recomenda-se 8 GB de RAM ou superior para melhorar sua experiência.
- OpenGL 3.2 ou superior, descubra o seu baixando e executando o procedimento disponível [aqui](#).

1.2 Hardware Recomendado

A inteligência do *MiningMath* exige mais da memória do que qualquer outra especificação de *hardware*. Portanto, uma lista de atualizações prioritárias para melhorar o desempenho com grandes conjuntos de dados deve incluir:

- Mais RAM.
- Frequência de RAM mais alta.
- Maior *clock* de processamento.

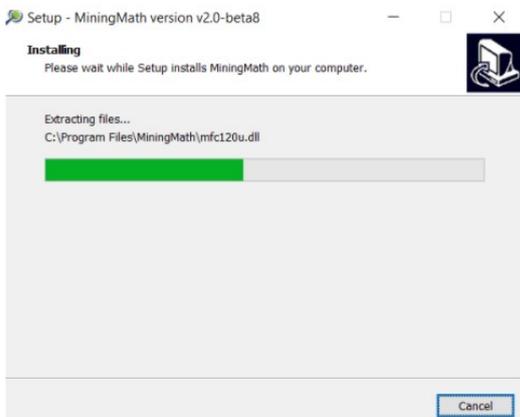
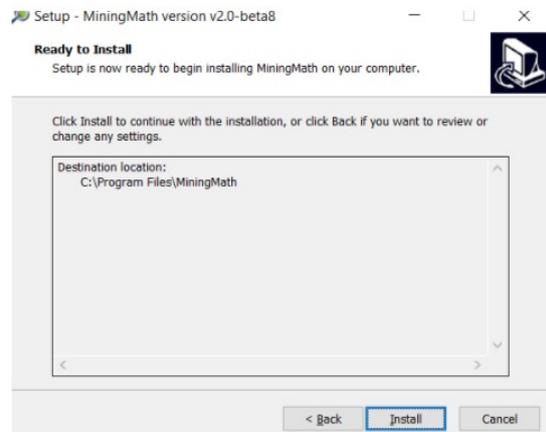
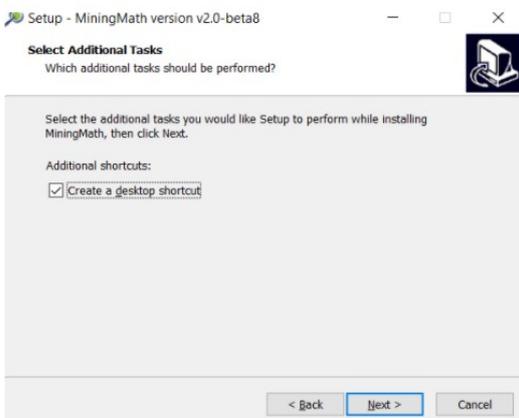
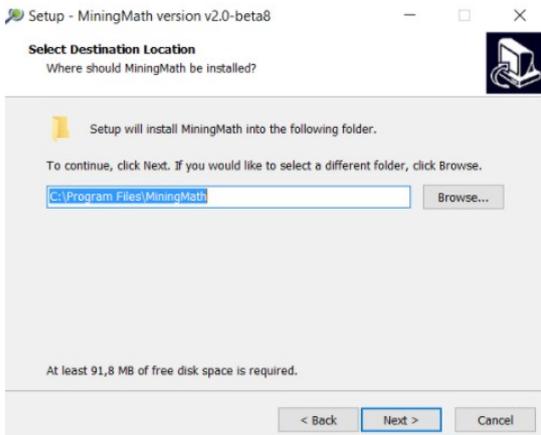
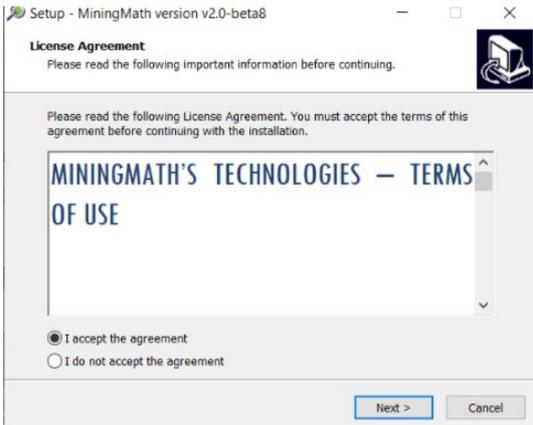
Observe que o *MiningMath* não usa *threads* de processamento múltiplos para um único cenário. Para aproveitar as vantagens de um processador *multi-thread*, considere a execução de diferentes instâncias do *MiningMath* com diferentes cenários.

2. Ponha para funcionar!

2.1 Instalando, ativando e rodando!

A instalação e ativação do *MiningMath* são simples e diretas. Tudo que você precisa é seguir o assistente de configuração e ter uma conexão com a Internet para ativar sua licença.

[Vídeo 1](#)



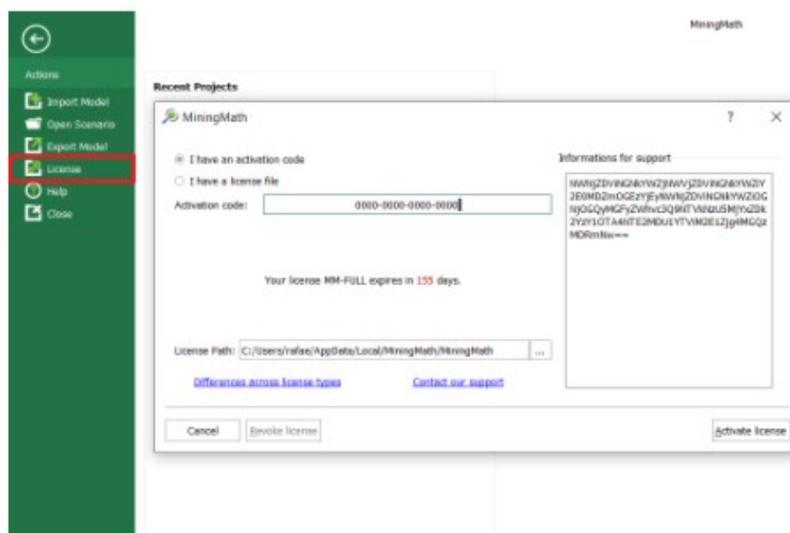
2.2 Ativando sua licença

Para ativar sua licença, você precisará:

1. Abra o *MiningMath* (após a instalação, ele será aberto automaticamente, mas você pode abri-lo manualmente depois).
2. No menu esquerdo, clique em “*License*”.
3. Selecione o campo “*I have an activation code*”, cole o Código de Licença fornecido pela *MiningMath*.
4. Clique em “*Activate license*”.

NOTA:

O método de licenciamento da *MiningMath* exige uma conexão com a Internet.



Pratique primeiro

1. Como rodar um cenário

Vídeo 2

Na interface do *MiningMath*, você encontrará o modelo de blocos *Marvin* e seus cenários (Figura 1), você pode visualizar o cenário e seus parâmetros antes de abri-lo.

Escolha e abra **Base Case**, clique na guia "Overview" (Figura 3) para verificar os parâmetros e clique em "Run" para executar a otimização (Figura 4).

Em seguida, será gerado um pequeno relatório com os resultados e, para visualizá-lo, marque todas as caixas que se encontram na janela "Load Options" e clique em "Load" (Figura 5).



Figura 1: Cenários do Marvin

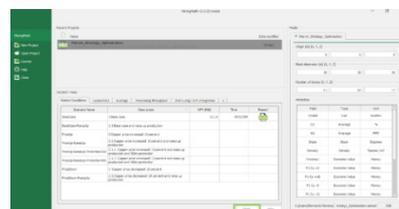


Figura 2: Abra um cenário

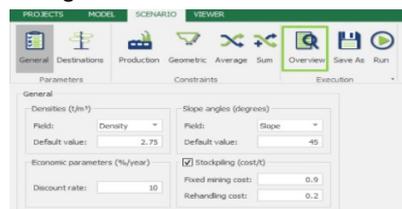


Figura 3: Guia Overview

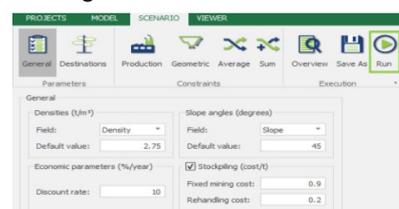


Figura 4: Rodar a otimização

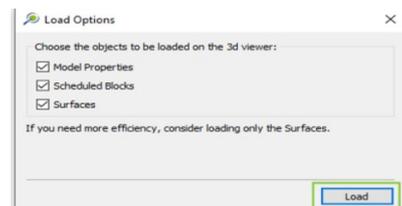


Figura 5: Carregando o projeto

2. Resultados da otimização

Por padrão, o *MiningMath* gera um relatório do *Excel* resumindo os principais resultados da otimização. Ele também cria saídas de sequenciamento de lavra, topografia e superfícies da cava no formato *.csv* para que você possa importá-los facilmente em outros pacotes de mineração.

2.1 Visualizador

O visualizador 3D permite a visualização de seu modelo de diferentes ângulos. As cores dos blocos são definidas de acordo com cada propriedade exibida, variando do azul ao vermelho (do menor ao maior), devido aos destinos, períodos ou qualquer outro parâmetro. Portanto, é possível filtrar os blocos pelo período em que foram minerados ou processados, por exemplo. Além disso, também permite que você compare vários cenários carregando diferentes casos e usando a barra esquerda para mudar de um para outro.

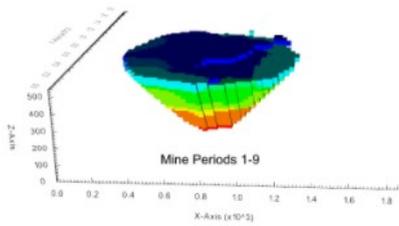


Figura 6: Períodos minerados 1 - 9

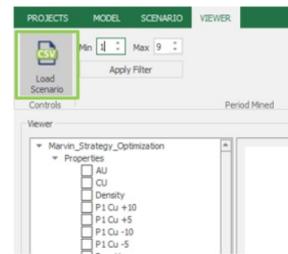


Figura 7: Carregar execuções

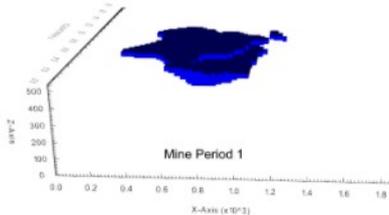


Figura 8: Período minerado 1

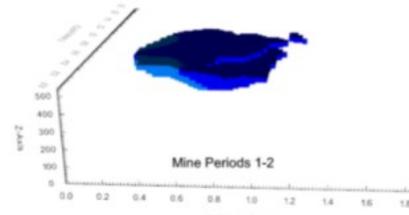


Figura 9: Períodos minerados 1 - 2

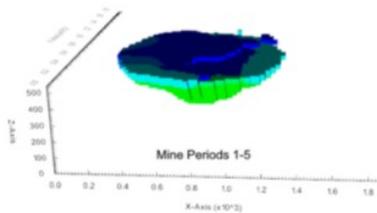


Figura 10: Períodos minerados 1 - 5

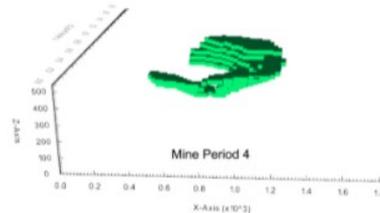


Figura 11: Período minerado 4

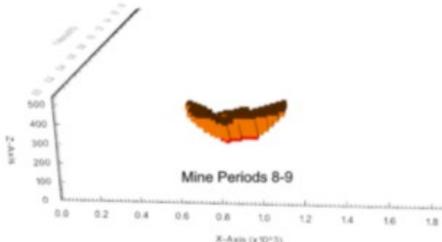


Figura 12: Períodos minerados 8 - 9

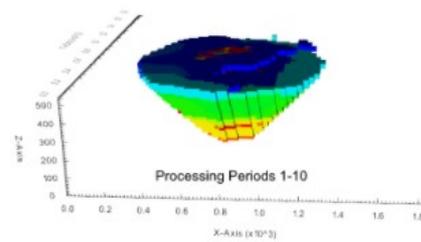


Figura 13: Períodos minerados 1 - 10

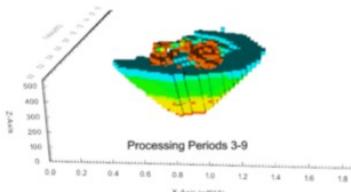


Figura 14: Processamento nos períodos 3 - 9

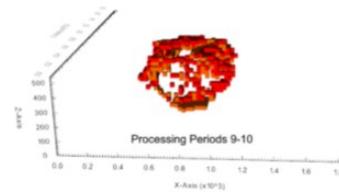


Figura 15: Processamento nos períodos 9 - 10

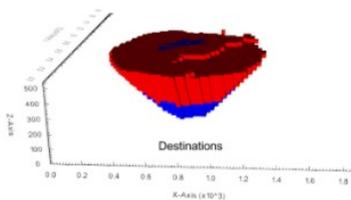


Figura 16: Destinos

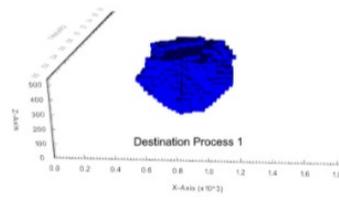


Figura 17: Destino 1 - processo

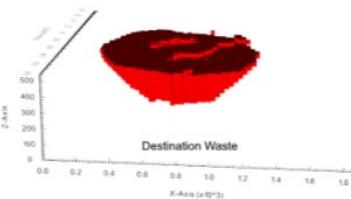


Figura 18: Destino 2 – pilha de estéril

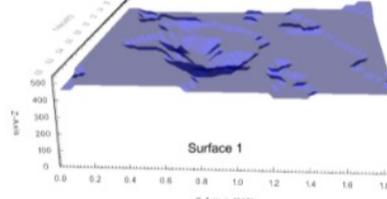


Figura 19: Superfície 1

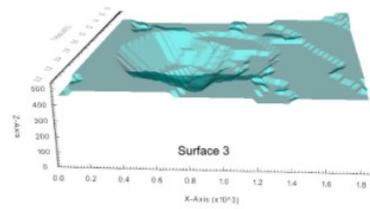


Figura 20: Superfície 3

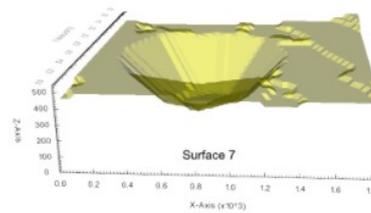


Figura 21: Superfície 7

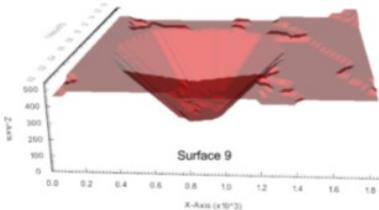


Figura 22: Superfície 9

2.2 Arquivos de saída

Para abrir a pasta do projeto pressione o botão direito do mouse no nome do cenário e escolha a opção “*Show in the Explorer*”. Os principais arquivos de saída da otimização são:

- MinedBlocks.csv: Relatório detalhado que apresenta todos os blocos que foram minerados.
- Scenarioname.xlsx: breve relatório com os principais resultados.
- Arquivos Surface.csv: Grade de pontos gerada através da cava a cada período.

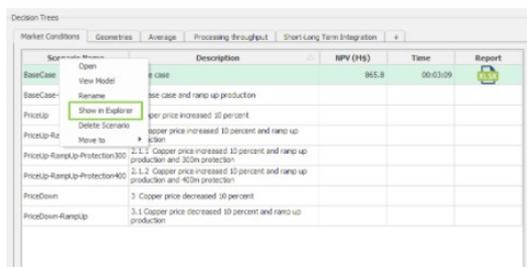


Figura 23: *Shown in explorer*

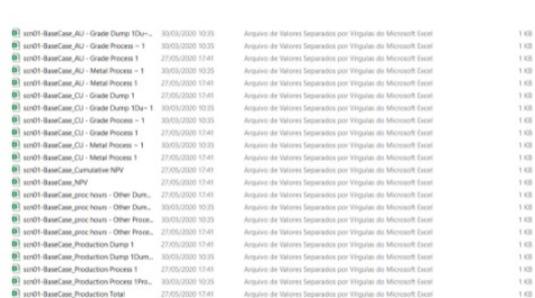


Figura 24: Arquivos de saída

Scenarioname.xlsx

Vários gráficos e planilhas em que você pode analisar a produção em cada período, o estoque por períodos, o teor médio do processo e do estéril por período, VPL por período, o VPL cumulativo (Valor presente líquido), etc.

MinedBlocks.csv

Informações sobre a sequência de lavra com base em cada bloco extraído junto com o período lavrado e processado, destino, valor econômico e todas as informações utilizadas na otimização. Este arquivo também permite identificar os blocos estocados e o processo de tomada de decisão do algoritmo.

Surface.csv

Os arquivos de superfície são um conjunto de pontos numerados de acordo com os períodos de mineração e contêm informações sobre as coordenadas dos blocos de superfície. Esses arquivos podem ser importados para o visualizador separadamente para que você possa verificar e validar seus dados antes de iniciar o processo de otimização.

NOTA: As superfícies são exportadas/importadas de/para *MiningMath* em Coordenadas.

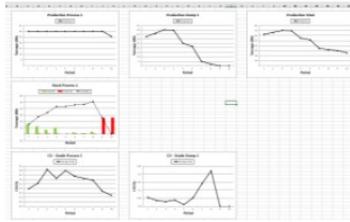


Figura 25: Gráficos dos resultados

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Figura 26: Blocos minerados

A	B	C	D	E	F	G	H	I
X	Y	Z						
15.0	15.0	420.0						
15.0	45.0	420.0						
15.0	75.0	420.0						
15.0	105.0	420.0						
15.0	135.0	420.0						
15.0	165.0	420.0						
15.0	195.0	420.0						
15.0	225.0	420.0						
15.0	255.0	420.0						
15.0	285.0	420.0						
15.0	315.0	450.0						
15.0	345.0	450.0						
15.0	375.0	450.0						
15.0	405.0	450.0						
15.0	435.0	450.0						
15.0	465.0	450.0						
15.0	495.0	450.0						

Figura 27: Superfícies .csv

[Vídeo 3](#)

Otimizando cenários

1. Brinque com os cenários predefinidos

O *MiningMath* permite que você aprenda com cada cenário, fornecendo parâmetros padrão que simulam algumas restrições comuns que uma empresa de mineração pode enfrentar. Os cenários padrão são listados e descritos abaixo para que você possa identificar as principais alterações feitas na guia "Overview".

O objetivo final desta prática é prepará-lo para a construção de Árvores de Decisão, que permitem organizar cenários de forma a compreender como as variáveis se influenciam e, conseqüentemente, como essas variáveis determinam o VPL final.

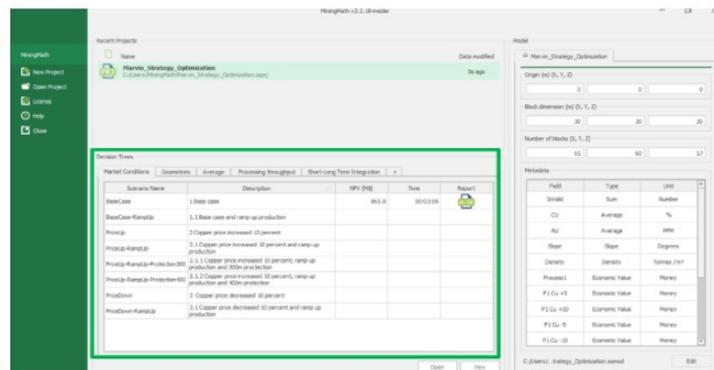


Figura 1: Cenários da página inicial

BaseCase

O "BaseCase" consiste no cenário inicial, com capacidade de produção uniforme e sem limites de soma, de média ou superfície de lavra.

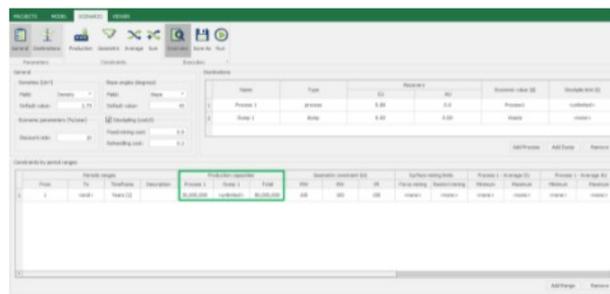


Figura 2: Visão geral do caso base

BaseCase-RampUp

Enquanto o "BaseCase" considera uma capacidade de produção uniforme, o cenário "BaseCase-RampUp" oferece a possibilidade de variar os níveis de produção dentro dos diferentes intervalos de tempo. Temos uma capacidade inicial de produção de 10 Mt nos 2 primeiros períodos; 20 Mt nos períodos 3 e 4; e 30 Mt do período 5 até o final da vida útil da mina, com uma restrição de movimento total de 30, 60 e 80 Mt considerando o aumento da produção dentro dos prazos mencionados.

Type	Cu	Production	Description	Production constraint ID	Type
1	2	30,000,000	Process 1	P1Cu +10	copper
2	1	30,000,000	Process 2	P1Cu -10	copper
3	1	30,000,000	Process 3	P1Cu -10	copper

Figura 3: BaseCase-RampUp

PriceUp e PriceDown

Os cenários "PriceUp" e "PriceDown" diferem em relação ao cenário básico no valor econômico utilizado para o cálculo do **P1 process**, em que há um aumento e uma diminuição, de 10% ao preço de venda do cobre, respectivamente. Na guia de destino, "P1 Cu +10" e "P1 Cu -10" foram os valores usados para o processo.

Name	Type	Cu	Production	Description	Production constraint ID	Production constraint ID
Process 1	copper	0.08	0.0		P1Cu +10	copper
Process 2	copper	0.08	0.0		P1Cu -10	copper

Figura 4: PriceUP

Name	Type	Cu	Production	Description	Production constraint ID	Production constraint ID
Process 1	copper	0.08	0.0		P1Cu +10	copper
Process 2	copper	0.08	0.0		P1Cu -10	copper

Figura 5: PriceDown

PriceUp-RampUp e PriceDown-RampUp

Esses cenários consideram um aumento e diminuição do preço de venda do cobre de 10% e um aumento da capacidade de produção ao mesmo tempo, conforme mencionado anteriormente.

Name	Type	Cu	Production	Description	Production constraint ID	Production constraint ID
Process 1	copper	0.08	0.0		P1Cu +10	copper
Process 2	copper	0.08	0.0		P1Cu -10	copper

Figura 6: PriceUp-RumpUp

Name	Type	Cu	Production	Description	Production constraint ID	Production constraint ID
Process 1	copper	0.08	0.0		P1Cu +10	copper
Process 2	copper	0.08	0.0		P1Cu -10	copper

Figura 7: PriceDown-RampUp

PriceUp-RampUp-Protection300 e PriceUp-RampUp-Protection400

Este cenário considera um aumento de 10% no preço de venda do cobre e um *ramp-up* dos produtos ao mesmo tempo, conforme mencionado no cenário anterior. Além disso, uma superfície de mineração restrita (essa restrição é usada para proibir o acesso a essa área em um determinado período de tempo) foi incluída até o quarto período, uma vez que pode representar algumas restrições legais a um projeto.

Name	Type	Cu	Production	Description	Production constraint ID	Production constraint ID
Process 1	copper	0.08	0.0		P1Cu +10	copper
Process 2	copper	0.08	0.0		P1Cu -10	copper

Figura 8: PriceUp-RampUp-Protection,

Abaixo é possível ver uma descrição de alguns cenários de outras Árvore de Decisão.

MW150

O cenário “MW150” considera diferentes geometrias do caso base nas restrições geométricas. Nesse cenário, foram utilizados 150 metros como largura de lavra (distância horizontal entre as paredes de duas superfícies que pertenceram a períodos consecutivos) e um avanço vertical de 180 metros.



Figura 9: MW150

AvgCu

Em " AvgCu" foram adicionadas restrições de blendagem de blocos na guia *Average* para permitir na planta de processo teor médio de cobre variando de 0,5% a 0,7%. A otimização deverá atender à capacidade do processo P1 e, como desafio adicional, deverá atender a este novo conjunto de parâmetros.

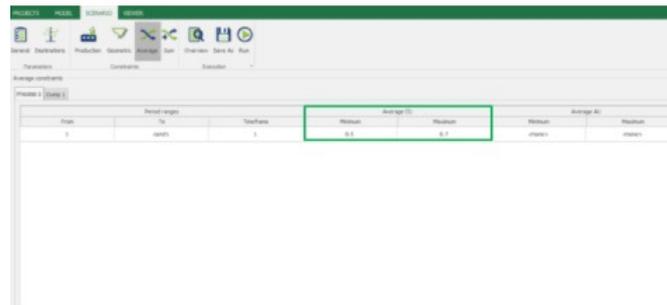


Figura 10: AvgCu

AvgCU-Stock5Mt

Neste cenário, foram adicionadas as restrições de blendagem do anterior além de um limite de estoque de 5 Mt para o processo 1, na aba *Destinations*. O recurso permite que você controle o limite de estoque de todo o seu processo e também lhe dá o poder de diminuir a flexibilidade de otimização do mesmo, usando as restrições de blendagem que já foram implementadas.



Figura 11: AvgCU-Stock5Mt

Proc13000h e Proc13000h-33Mt

O primeiro caso considera o limite máximo de 13.000 horas de uso da usina de processamento. Esta restrição foi inserida na aba “Sum” e controla variáveis como consumo de energia e qualquer parâmetro controlado por sua soma. O segundo cenário considera também um aumento de 10% na produção que foi feita na aba “Production”.



Plant	Type	Capacity	Status	Production
1	sum	1	open	13000

Figura 12: Horas de processamento

Árvores de decisão

1. Comparando cenários

As Árvores de Decisão fornecem uma visão ampla e detalhada do seu projeto, permitindo que você planeje o sequenciamento de lavra analisando todas as possibilidades frente as restrições aplicadas a cada cenário, quais opções são mais viáveis e lucrativas para o projeto global, além de saber como esses fatores irão impactar o VPL final. Considere, por exemplo, a produção anual da usina como um fator variável. Usando Árvores de Decisão (Figura 1), você será capaz de analisar como cada restrição, por exemplo, o preço do minério, afeta a produção daquele ano e beneficia ou não o projeto global.

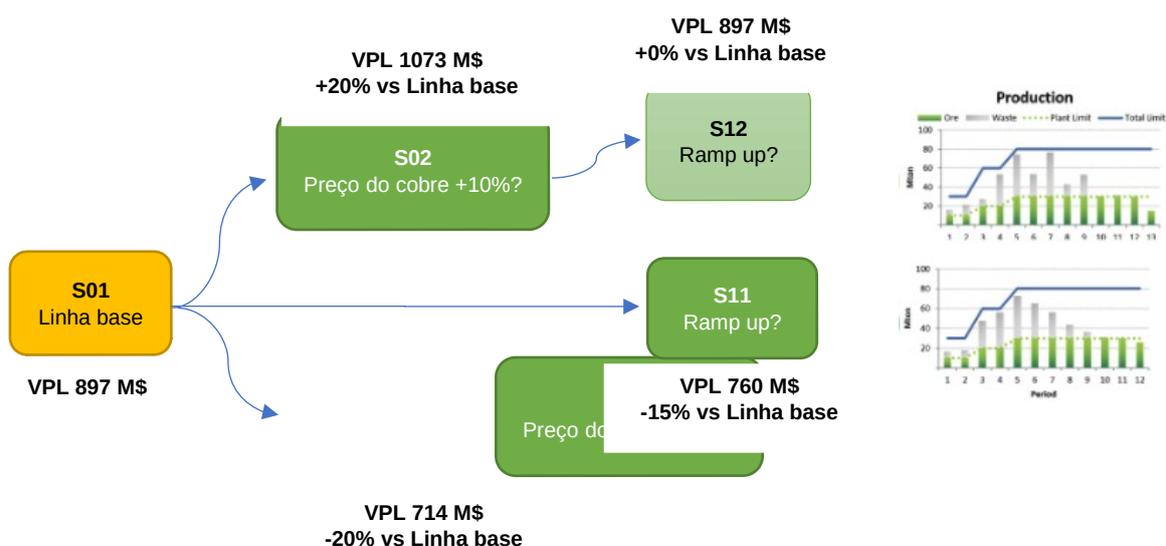


Figura 1: Essência

de uma árvore de decisão, feita em *software* de apresentação.

Ao executar todos os cenários individualmente, assim como o que você fez no Pratique Primeiro, você será capaz de identificar como cada mudança dentro de um conjunto de restrições impacta os resultados de VPL e o sequenciamento de lavra gerado (Figura 2 e 3). Isso irá fornecer uma visão mais ampla do seu projeto e permitir que você escolha o caminho que deve seguir para gerar lucro para a sua empresa.

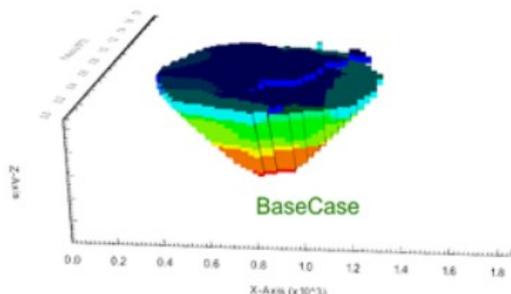


Figura 2: BaseCase

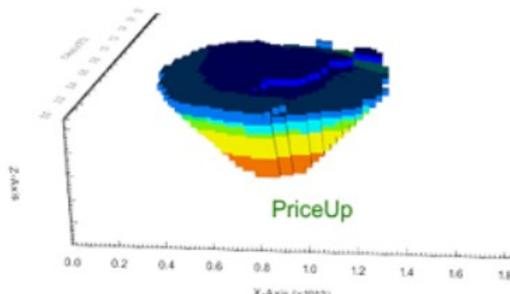


Figura 3: PriceUp

2. Como analisar vários cenários

2.1 Aumento do preço do cobre

Analisando primeiro o cenário em que há mudança no valor econômico do processo P1 ("scn02-PriceUp"), resultados como o VPL seriam naturalmente diferentes. Nesse caso, analisando o VPL e a movimentação total (Figura 4), é possível entender que um sequenciamento diferente de lavra foi gerado, o que aumentou a vida útil da mina em um período. Essa mudança de mercado também aumentou os valores do VPL acumulados (Figura 5) com base em sua relação direta com o preço de venda do cobre. Os gráficos abaixo foram feitos com a ajuda dos resultados do *MiningMath* em um software de planilha simples.

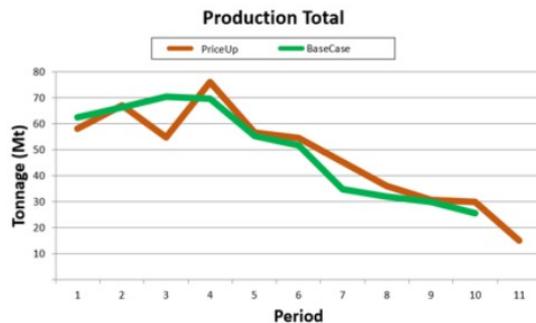


Figura 4: Massa total (Processo + estéril) manuseada em cada cenário.

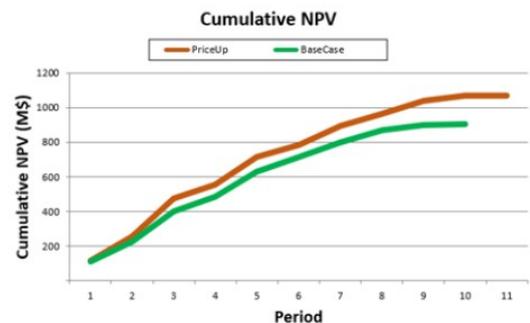


Figura 5: Diferenças nos VPLs cumulativos.

2.2 Adicionando restrição de teor médio

Agora podemos analisar o cenário em que foi adicionada uma restrição ao teor médio no processo P1, utilizando um limite mínimo e máximo de cobre ("AvgCu"). Os blocos que seriam processados teriam que cumprir as metas estabelecidas permitindo uma melhor seletividade do que deveria ser processado ou não. Os que têm teores mais altos ou mais baixos do que o necessário podem ser combinados com outros para gerar um teor médio que respeite as restrições e melhore o VPL.

Observe que houve uma produção total maior (Figura 6) em cada período, ocasionada pelo aumento da relação de decaçamento (minério / estéril) para atender os 30 Mt de produção de minério no Processo P1 e as restrições de teor médio estabelecidas no cenário "AvgCu". Espera-se um melhor uso da pilha de estoque, de forma a aproveitar todas as capacidades de blendagem e inteligência de decisão do algoritmo para decidir quais blocos podem ser misturados para atender a capacidade da usina. Além disso, o VPL acumulado (Figura 7) mostra que ao inserir restrições de teor médio, conseqüentemente, reduzimos a flexibilidade do algoritmo e perdemos algum valor para manter a estabilidade operacional frequentemente necessária em uma usina de beneficiamento.

Em geral, o objetivo principal do *MiningMath*, considerando o conjunto de restrições fornecidas, é maximizar o VPL acumulado no menor tempo de vida da mina possível, o que reduziria a depreciação do projeto pelas taxas de juros. Os gráficos abaixo foram feitos com base nos resultados do *MiningMath* com o apoio de um software de planilha.

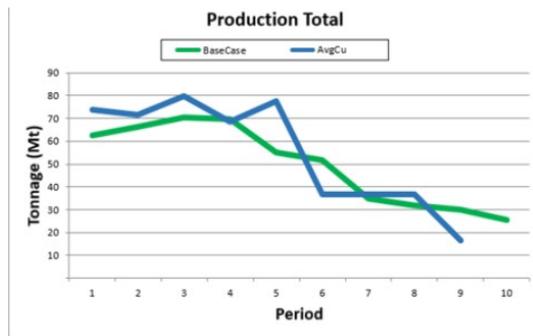


Figura 6: Massa total manuseada em cada cenário

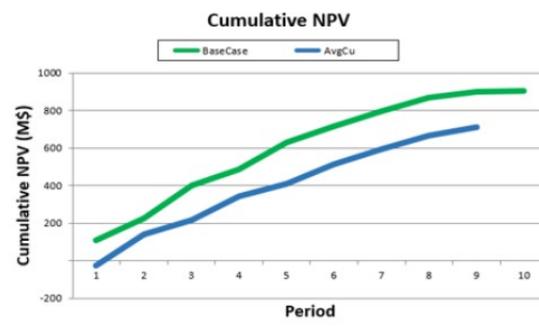


Figura 7: VPL cumulativo de cada cenário

3. Construindo as Árvores de Decisão

Você foi apresentado a algumas das funcionalidades do *MiningMath*. Agora, vamos examinar mais de perto como as árvores de decisão são construídas.

A avaliação do projeto de uma mina depende em grande parte da tecnologia da década de 1960, na qual um processo passo a passo é geralmente necessário junto com atividades demoradas, como o *design* da mina, para criar apenas um único cenário. A avaliação de projetos por meio dessa abordagem pode levar de semanas a meses de trabalho multidisciplinar, apenas para produzir alguns cenários. Este processo é frequentemente guiado por algumas decisões arbitrárias que podem restringir o espaço da solução matemática, confinando as soluções à perícia e julgamento da engenharia.

Uma programação de otimização global pode acelerar esse processo de geração de vários cenários para uma visão geral do projeto antes do trabalho detalhado. O *MiningMath* integra as áreas de negócios e permite aos gestores melhorar seu processo de tomada de decisão, estruturando sua análise estratégica por meio de múltiplas árvores de decisão com uma visão mais ampla e otimizada de seus projetos, abrangendo restrições de diferentes áreas da empresa.

O vídeo a seguir mostra algumas possibilidades reconhecidas apenas ao ver os caminhos disponíveis para criar valor. O vídeo é voltado para o uso técnico diário, mas também aborda assuntos interessantes para a perspectiva gerencial. Para o último caso, pule direto para o minuto 15:23.

[Vídeo 4](#)

4. Aplique em seus projetos

Agora que você jogou com os dados de amostra, é hora de colocar as mãos a obra e aplicar essa estratégia otimizada aos seus próprios projetos!

O *MiningMath* permite que você simplesmente estructure seu *layout* de Árvores de Decisão em sua página inicial, o que facilita e orienta os processos de tomada de decisão e planejamento de mina.

Aproveite a possibilidade de adicionar (+), renomear ou excluir Árvores de Decisão (Figura 8), clicando com o botão direito em seus nomes e / ou trocar cenários (Figura 9) entre árvores para construir diferentes estratégias de planejamento de lavra. O ícone “XLSX” é um atalho para que você possa abrir facilmente o relatório completo do cenário.

Compare tudo em uma única visualização e identifique como cada mudança afeta seus resultados para construir sua própria análise usando apresentações baseadas em gráficos do *MiningMath*, conforme mostrado na Figura 1.

Scenario Name	Description	NPV (M\$)	Time	Report
BaseCase	1 Base case			
BaseCase-RampUp	1.1 Base case and ramp-up production			
PriceUp	2 Copper price increased 10 percent			
PriceUp-RampUp	2.1 Copper price increased 10 percent and ramp-up production			
PriceUp-RampUp-Protection300	2.1.1 Copper price increased 10 percent and ramp-up production and 300m protection			
PriceUp-RampUp-Protection400	2.1.2 Copper price increased 10 percent and ramp-up production and 400m protection			
PriceDown	3 Copper price decreased 10 percent			
PriceDown-RampUp	3.1 Copper price decreased 10 percent and ramp-up production			

Figura 8: Tabela das Árvores de decisão

Scenario Name	Description	NPV (M\$)	Time	Report
BaseCase	1 Base case	1361.0	00:02:02	
PriceUp	1.1 Copper price plus 10 percent			
PriceUp-RampUp	1.1.1 Copper price plus 10 percent and ramp-up production			
PriceUp-RampUp	1.1.1.1 Copper price plus 10 percent and ramp-up production and offset 300m	1415.5	00:01:59	
PriceUp-RampUp	1.1.1.2 Copper price plus 10 percent and ramp-up production and offset 400m			
PriceDown-RampUp	price minus 10 percent and ramp-up production			
BaseCase-RampUp	price minus 10 percent and ramp-up production			

Figura 9: Organização das Árvores de decisão

A teoria por trás

1. A teoria por trás da tecnologia

Agora que você já praticou por um tempo, é hora de se aprofundar na teoria por trás da tecnologia SDB (Sequenciamento direto de blocos).

1.1 Exclusividade *MiningMath*

A otimização do *MiningMath* não é restringida por decisões arbitrárias para o teor de corte ou *pushbacks*, uma vez que essas decisões são geralmente guiadas por conhecimento prévio ou tentativa e erro automatizada. Assim, cada conjunto de restrições em nossa tecnologia tem o potencial de entregar um desenvolvimento de projeto inteiramente novo, incluindo indicadores econômicos, técnicos e socioambientais junto do sequenciamento de mina, ao mesmo tempo que visa maximizar o VPL do projeto.

A licença para operar é o principal risco para a indústria de mineração em 2019-20, segundo a EY. Qualquer mineradora que queira se tornar líder de mercado deve ter o compromisso de incorporar aspectos socioambientais à avaliação estratégica, quantificando possibilidades e impactos para discutir com a sociedade. Isso só é possível trazendo a otimização matemática para o processo de tomada de decisão.

[Vídeo 5](#)

1.2 O que é o Sequenciamento Direto de Blocos?

Durante décadas a indústria de mineração lidou com o planejamento de lavra como um processo passo a passo. Esta tecnologia tradicional foi estabelecida de forma inteligente face às limitações tecnológicas da época. A metodologia convencional, retratada na Figura 1, em geral, consiste em três etapas principais: otimização de cava com cavas aninhadas usando o algoritmo Lerchs-Grossman (LG), definição de *pushbacks* e escalonamento de bancadas dentro de *pushbacks*. Manipulações e ciclos intermediários ao longo dessas etapas podem ser necessários para atingir um VPL mais alto.

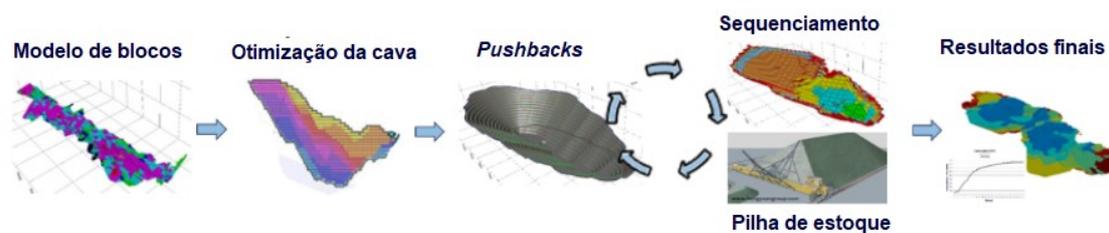


Figura 1: Processo de sequenciamento tradicional

O Sequenciamento direto de blocos (SDB) é uma abordagem alternativa para este processo passo a passo. Ele foi estudado por quase 50 anos por pesquisadores de todo o mundo, mas naquela época os computadores não foram desenvolvidos o suficiente para lidar com a proposta feita por Johnson em 1968 de um modelo matemático global para otimizar projetos de mineração. Ao longo das décadas outros autores seguiram a abordagem de Johnson e introduziram seus algoritmos, tecnologia avançada também, mas a capacidade de resolver problemas maiores continuou sendo um desafio.

O SDB só se tornou viável a partir do advento da tecnologia 64 bits e, em 2015, o *MiningMath* SDB, implementado com a tecnologia SDB, foi oficialmente lançado no mercado. A abordagem SDB considera todos os períodos simultaneamente, fornecendo uma visão holística do

problema de sequenciamento de lavra, maximizando o VPL sem fazer restrições de *pushbacks* e cortes predefinidos. A Figura 2 resume os estudos do SDB nas últimas décadas.

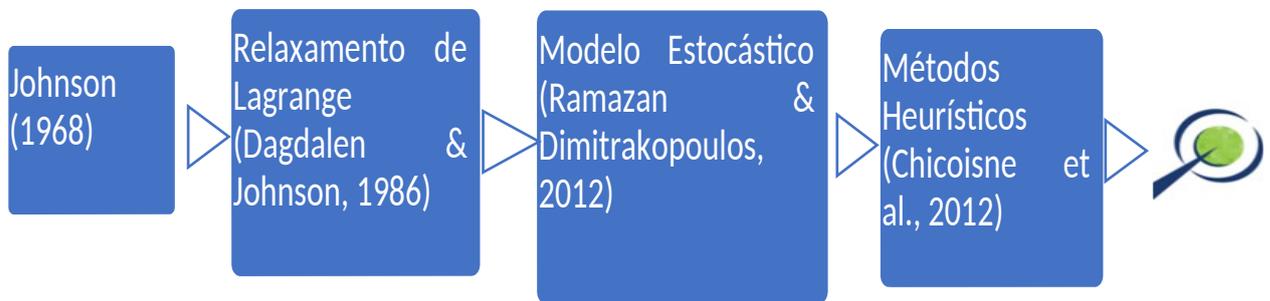


Figura 2: Pesquisa sobre SDB ao longo do tempo.

O objetivo do SDB é definir o limite da cava e o sequenciamento de lavra simultaneamente, ou seja, determinar quais blocos devem ser minerados, quando isso deve acontecer e para onde devemos enviá-los para maximizar o VPL, respeitando as restrições de produção e operacionais, ângulos de talude, taxa de desconto, estoques, entre outros, todos realizados direto do modelo de bloco. Isso significa que as etapas de otimização da cava, *pushback* e escalonamento não são obtidas separadamente, mas em um processo único e otimizado.

Além disso, o *framework* do algoritmo, baseado em programação linear inteira mista (PLIM) com heurísticas, é flexível para incluir qualquer tipo de outras restrições (frota e horas de escavação, produção de metal, distância média de transporte, entre outras) e blindagem de blocos. A Figura 3 ilustra uma comparação entre o SDB e a metodologia tradicional.



Figura 3: Comparação entre as metodologias tradicional e SDB.

Fonte; Morales et al, 2015.

O SDB não requer a predefinição de seus destinos, pois é capaz de realizar automaticamente a diferenciação de minério/estéril. Devido a esta definição otimizada, os valores econômicos são calculados antes de importar os dados para cada possibilidade. Isso significa que N destinos diferentes podem ser criados, cabendo ao algoritmo a tarefa de definir os melhores destinos dos blocos com base na viabilidade de minerá-los e suas contribuições econômicas, representadas pelo valor do bloco. O usuário não precisa mais assumir um determinado teor de corte com base na experiência anterior para predefinir se um bloco é minério ou estéril.

O teor médio relatado em cada período pelo SDB (Figura 4) pode ser interpretado como um corte "ótimo" que foi alcançado como consequência de um complexo processo de otimização

que considerou as restrições de produção, geotécnicas e temporais. Essa metodologia se opõe a metodologia convencional de sequenciamento de lavra que assume um valor arbitrário fixo que define os destinos dos blocos. A Figura 5 ilustra um fluxograma simplificado de como os destinos dos blocos são definidos.

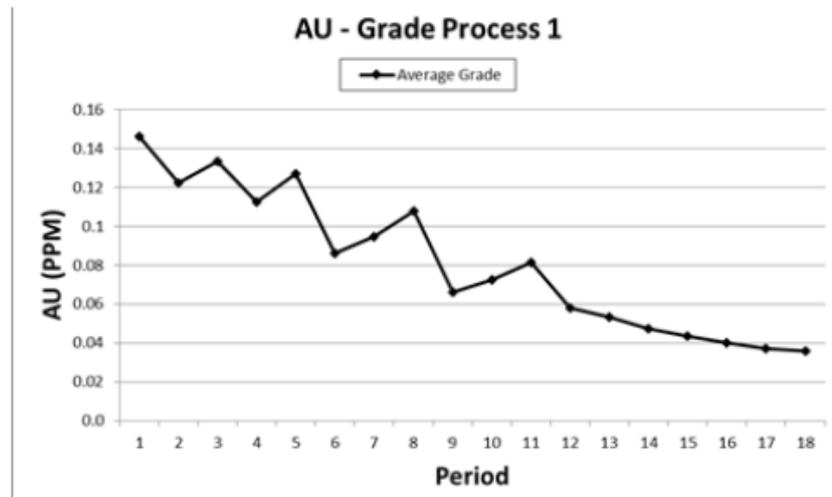


Figura 4: Teor médio ao longo da vida da mina alcançado pelo *MiningMath* no depósito *McLaughlin*.

1.3 Fluxo de caixa com desconto x Fluxo de caixa sem desconto

O uso de métodos LG / *Pseudoflow* para realizar a otimização da cava visa maximizar o fluxo de caixa não descontado do projeto. Por outro lado, *MiningMath* maximiza o fluxo de caixa descontado, incluindo todas as restrições que você pode estar considerando no seu caso. Portanto, as regiões em que o *MiningMath* decidiu não minerar são, provavelmente, regiões onde você tem que pagar pela remoção de estéril nos períodos anteriores, mas o lucro obtido pelo desconto na receita do minério liberado não paga pela extração.

Uma comparação adequada entre esta metodologia pode ser feita se você importar a superfície da cava final obtida de outro pacote de mineração para o *MiningMath* e forçar o *MiningMath* a usá-la como uma superfície de mineração (*Force / Restrict surface*). Desta forma, o *MiningMath* fará a otimização do cronograma usando exatamente a mesma superfície, o que permitirá que você compare o VPL de cada caso.

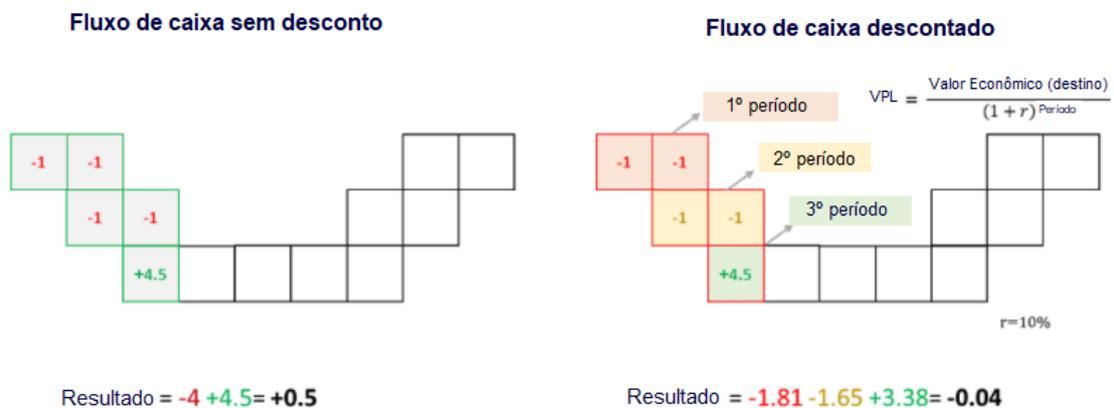
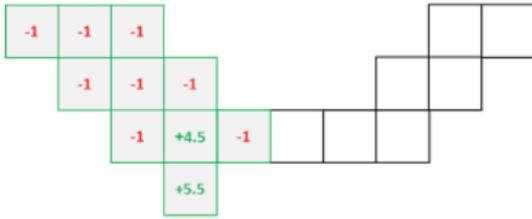


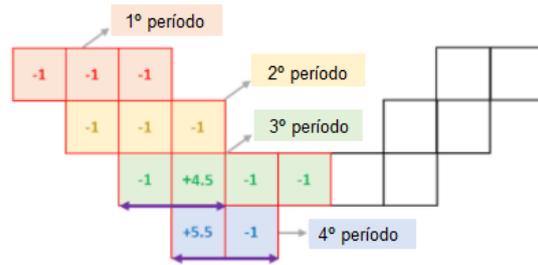
Figura 6: Otimização com fluxo de caixa sem desconto x descontado

Fluxo de caixa sem desconto



Resultado = $-8 + 10 = +2$

Fluxo de caixa descontado + Largura mínima



Resultado = $-2.72 - 2.47 + 1.13 + 3.07 = -0.94$

Figura 7: Otimização de fluxo de caixa sem desconto x descontado em relação a uma largura mínima de mineração.

De dentro para fora

1. Compreendendo as diferenças

1.1 Tecnologia tradicional

Os modelos tradicionais de planejamento de lavra desenvolveram atalhos e aproximações para tentar entregar resultados aceitáveis que considerem todas as complexidades e restrições do projeto.

Para lidar com isso, máquinas potentes são necessárias para encontrar uma solução para determinar simultaneamente o limite ideal da cava e o sequenciamento de lavra que fornece o valor máximo do projeto.

Como mostra a Figura 1, o algoritmo Lerchs-Grossmann (LG) ou *Pseudoflow* visa inicialmente encontrar o limite final da cava que maximiza o fluxo de caixa não descontado para então focar na sequência de blocos dentro desse envelope da cava final. Ao restringir o problema e predefinir as entradas, esses atalhos (aproximações) ajudam a economizar tempo e recursos de computador, permitindo que tal *software* considere complexidades como requisitos de mistura de minério, diferentes rotas de processamento, política de estocagem e considerações sobre frota de caminhões, etc.

Para definir a sequência de lavra, a abordagem LG reduz gradualmente o preço do minério ou o fator de receita para produzir um conjunto de cavas aninhadas, e a cava final é então selecionada considerando o valor incremental de cada concha da cava. Essa metodologia heurística gera um conjunto de cava que começa com os blocos de maior valor/ menor custo, seguidos pelos de menor valor/ menor custo até atingir o limite final da cava.

Esses métodos podem nos guiar para determinar o sequenciamento de lavra ideal e um Valor Presente Líquido (VPL) razoável de toda a extração de minério. No entanto, uma vez que LG não considera o valor do dinheiro ao longo do tempo nem as restrições de capacidade, é incapaz de considerar os aspectos dinâmicos e intertemporais do sequenciamento de lavra.

Aceitando essas limitações, LG e *Pseudoflow* podem gerar vários cenários, embora ainda sejam guiados e limitados pelos primeiros limites obtidos, o que poderia facilmente levar a resultados não ótimos. Nesse ponto, os cálculos começam a levar em consideração o fluxo de caixa descontado, as restrições de capacidade e todas as premissas que foram desconsideradas para definir a cava final anteriormente. Assim, todas as variáveis (capacidade da mina, sequência de mineração, armazenamento, etc.) dentro dos métodos tradicionais são tratadas como parâmetros de entrada nos limites predefinidos.

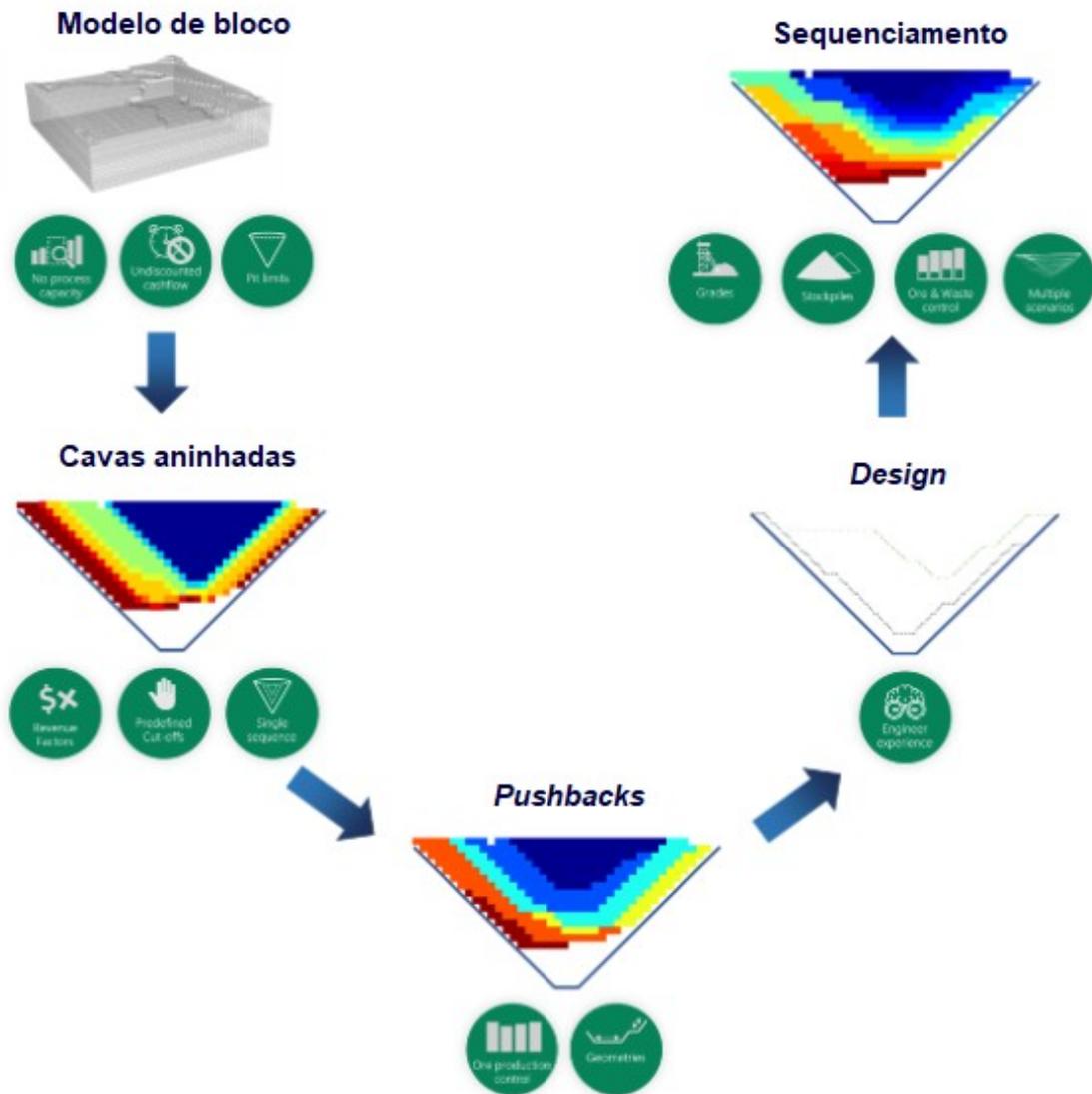


Figura 1: Processo do algoritmo de Lerchs-Grossmann ou Pseudoflow

1.2 Sequenciamento direto de blocos (SDB)

O Sequenciamento direto de blocos (SDB), o algoritmo usado pela *MiningMath*, permite que você aprimore seu processo de tomada de decisão reduzindo o tempo para analisar seus resultados em uma visão global, pois considera uma ampla gama de restrições adicionais durante o processo de otimização (Figura 2). O *software* permite que você construa árvores de decisão que possibilitem uma visão mais ampla do seu projeto e uma compreensão mais profunda dos impactos de cada variável. Isso tudo é possível porque o *MiningMath* tem uma otimização global que considera todas as variáveis simultaneamente para gerar os resultados em vez do processo passo a passo.

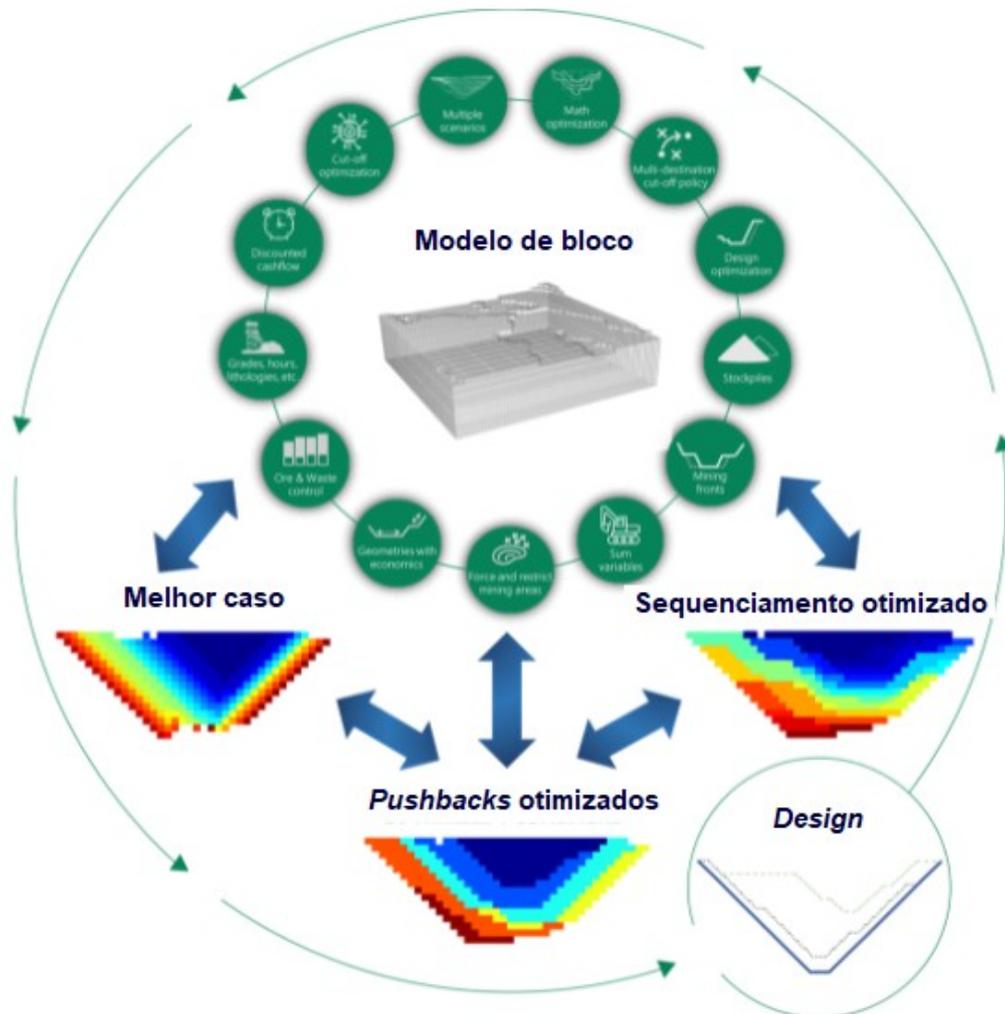


Figura 2: Processo de otimização do *MiningMath*.

Com abordagens de otimização padrão, milhares de programações potenciais podem ser geradas, mas todas são baseadas no mesmo conjunto de cavas aninhadas e outros parâmetros de entrada fixos, como geotécnica, desempenho metalúrgico, restrições de blendagem, etc. Portanto, os resultados frequentemente apresentam comportamentos semelhantes e restringem a exploração completa do espaço de solução.

Visão geral da interface

1. MiningMath Home Page

O *MiningMath* inicia automaticamente na *Home Page*, conforme mostrado na Figura 1. Existem três janelas principais de informações que serão discutidas a seguir:

A janela **Recent Projects** permite que você selecione um projeto e tenha uma visão geral dos cenários salvos que aparecerão imediatamente na guia **Decision Trees**.

O recurso **Decision Trees** permite ao usuário criar novas guias e maneiras de organizar as estratégias de planejamento de lavra, trocando cenários entre elas, se necessário.

A tabela **Model** divulga as principais informações sobre seu modelo de bloco e seus parâmetros para que você possa revisá-lo facilmente a qualquer momento.

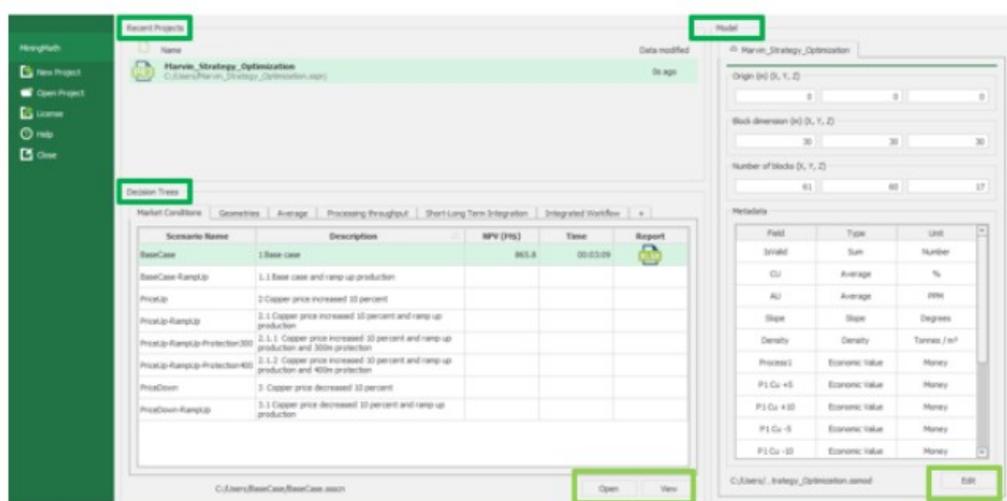


Figura 1: Lista de projetos recentes

Para abrir qualquer cenário, clique primeiro em **Recent Project** e depois escolha aquele com o qual deseja trabalhar na guia **Decision Trees** clicando duas vezes, usando o botão direito do mouse, e escolhendo a opção **"Open"** ou apenas selecionando **"Open"** na parte inferior direita deste recurso. O mesmo caminho deve funcionar para **"View"** primeiro, a fim de validar qualquer coisa.

A página inicial também permite resumir ou expandir as informações do seu Modelo além da possibilidade de modificá-lo usando o atalho do botão **"Edit"** que o levará à "Calculadora", funcionalidade explorada adiante.

2. Aba Model

Esta janela visa ajudá-lo a modificar seu modelo de blocos de acordo com o que é necessário para seu projeto e também permite ao usuário exportar o modelo de bloco para o formato CSV para ser usado em qualquer outro *software*.

Esta aba inicia na opção **"Parameters"** mostrando sua configuração anterior na importação, semelhante à Figura 2, e todos os campos existentes. Também permite que você remova qualquer parâmetro que desejar a qualquer momento.

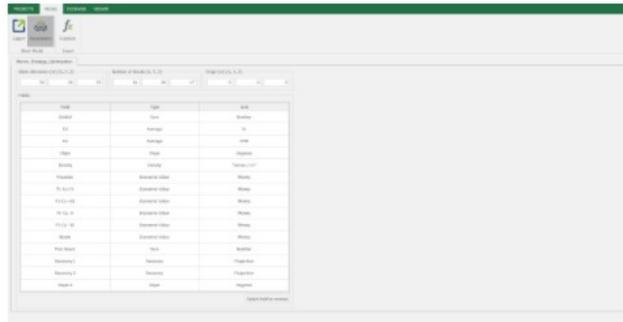


Figura 2: Parâmetros da guia **Model**.

A opção "**Function**" divulga a tabela "Validate your block parameters" para que você possa escolher um único bloco dentro do seu modelo para verificar seus valores. Ele também permite que a Calculadora interna do *MiningMath* faça ajustes e alterações em seu conjunto de dados com a adição de novos campos.

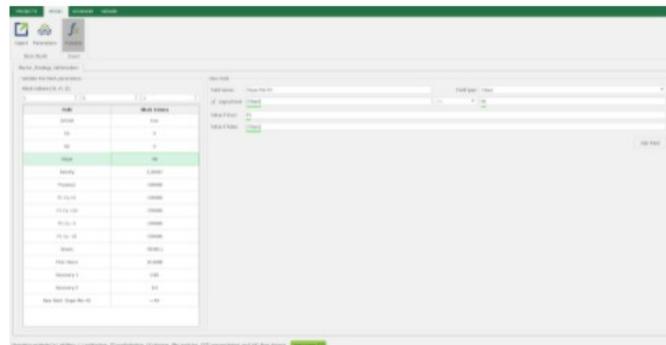


Figura 3: Calculadora interna na opção **Function** na guia **Model**

3. Aba Scenario

3.1 Parâmetros Gerais

O *MiningMath* muda automaticamente para a guia *Scenario* na opção *General* assim que um cenário é aberto, conforme mostrado na Figura 4. Os parâmetros gerais usados nos casos Marvin estão resumidos abaixo:

- *Densities*
 - o *Field: density*
 - o *Default value: 2.75 t/m³.*
- *Slope angles*
 - o *Field: <none>*
 - o *Default value: 45 degrees.*
- *Discount rate: 10 %.*
- *Stockpiling <checked>*
 - o *Fixed mining cost: 0.9 \$/t.*
 - o *Rehandling cost: 0.2 \$/t.*

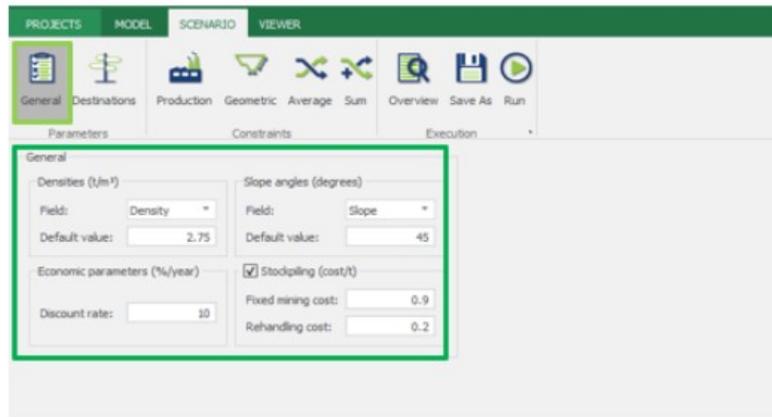


Figura 4: Guia **General** e parâmetros gerais

NOTA:

Caixas de campo para densidade (*Densities*) e ângulo de inclinação (*Slope angles*) permitem o uso de dados variando por bloco. O usuário deve importar essas colunas e atribuí-las ao tipo de campo adequado para habilitá-las na interface. Os valores padrão são campos obrigatórios e serão usados caso o campo seja definido como <nenhum> ou se houver blocos sem informação no campo selecionado.

A taxa de desconto (*Discount rate*) é um campo obrigatório que considera uma taxa de desconto periódica (mensal, anual, etc.) para calcular o fluxo de caixa descontado para cada período. Usamos uma taxa de desconto anual de 10% para este exemplo.

Opcionalmente, o usuário pode usar pilhas de estoque (*Stockpiles*), o que permite dois campos obrigatórios:

O custo fixo de mineração (*Fixed mining cost*) é o custo médio de mineração usado para a função econômica. Este custo é informado apenas para reconhecer o valor utilizado antes e depois fazer a engenharia reversa para calcular o VPL dos blocos estocados.

O custo de retomada (*Rehandling cost*) representa o custo para recuperar blocos da pilha de estoque e enviar para o processo. Este é um custo adicional, que não deve estar presente nos valores econômicos.

Após inserir os parâmetros necessários, a opção *Destinations* na barra de ferramentas será habilitada e deve ser clicada.

3.2 Destinos: processamento, pilha de estéril e pilha de estoque

Na aba *Destinations*, o usuário definirá os destinos para onde os blocos podem ser enviados. Cada destino deve ser mapeado com seu respectivo campo contendo os valores econômicos. O *MiningMath* requer pelo menos um destino para o processo e um destino para a pilha de estéril. Para cada destino, você tem um valor econômico e recuperações por elementos.

Processamento e pilha de estéril

Para adicionar destinos, no canto inferior da janela, clique em:

1. *Add Process*
2. *Add Dump*

Cada cenário deve conter pelo menos um processo e uma pilha de estéril entre os destinos importados. O destino de cada bloco será informado atribuindo-lhes os números 1 ou 2 (veja os números ao lado da coluna *Name*), que dependem da ordem de adição.

Recuperação

Para cada fluxo de processamento, o usuário deve informar uma recuperação do processo, variando de 0 a 1, para qualquer elemento/ mineral cuja coluna tenha sido importada como teor.

Este valor na interface serve apenas para fins de geração de relatórios, pois foi considerado no cálculo econômico. Use os seguintes valores para o fluxo de processamento:

- Cu: 0,88
- Au: 0,60

Pilha de estoque

O usuário também pode definir um limite de tonelagem para a pilha de estoque, se ativado na aba *General* (consulte a Etapa 2).

A *MiningMath* considera a tonelagem introduzida como um limite superior cumulativo que será considerado durante toda a vida útil da mina.

Neste exemplo, não foi definido um limite, o que implica uma capacidade *<unlimited>* da pilha de estoque.

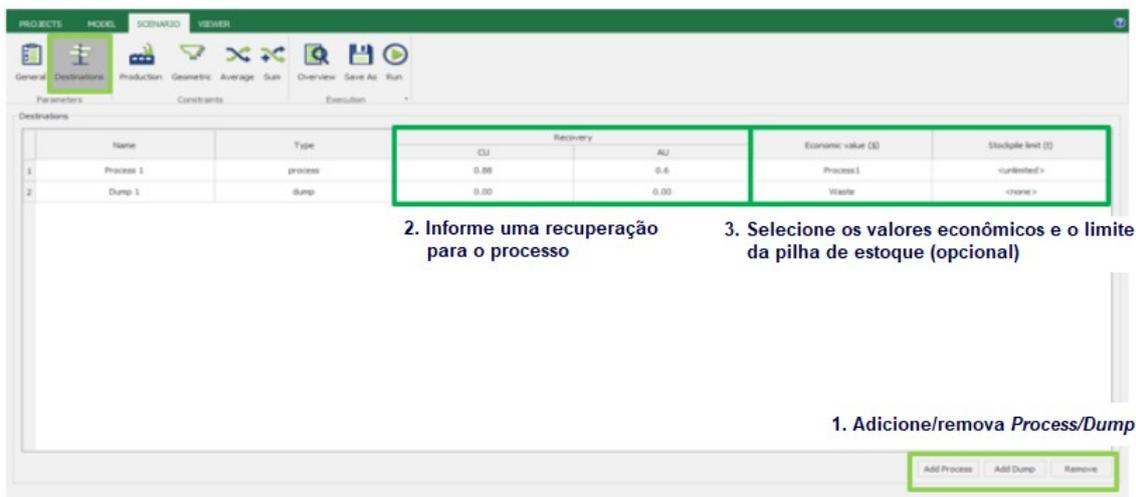


Figura 5: Guia Destinations, recuperações para cada elemento/ mineral e destino e Limite de estoque em toneladas.

Valor Econômico

Na coluna *Economic Value*, o usuário deve atribuir cada destino à sua função econômica correspondente. Portanto, use:

- Destino 1 - *Process 1 - Economic Value Process*
- Destino 2 - *Dump 1 - Economic Value Waste*

A Figura 6 amplia os campos de destino, mostrando como eles devem ser exibidos neste exemplo.

Destinations						
	Name	Type	Recovery		Economic value (\$)	Stockpile limit (t)
			CU	AU		
1	Process 1	process	0.88	0.6	economic value process	<unlimited>
2	Dump 1	dump	0.00	0.00	economic value waste	<none>

Figura 6: Valor econômico para cada destino

3.3 Entradas de produção

Após preencher os campos anteriores, vá para a aba *Production*. O usuário pode definir limites (em toneladas) para cada destino e a quantidade total de material movimentado por período e também adicionar diferentes intervalos de tempo na otimização.

Para este exemplo, use os seguintes valores (conforme mostrado na Figura 7):

- Prazo (*Time Frame*): Years (1)
- *Process 1*: 30,000,000 t
- *Dump 1*: 50,000,000 t
- *Total*: 80,000,000 t



Figura 7: Guia *Production* e limites de produção para cada destino com base em um cronograma anual.

Leia mais sobre as produções que mudam ao longo do tempo [aqui](#).

3.4 Entradas Geométricas

Na aba *Geometric*, o usuário pode definir parâmetros com o objetivo de encontrar soluções matemáticas que já considerem os requisitos básicos viáveis operacionalmente.

Na Figura 8, (1) destaca campos operacionais, que podem ser diferentes para cada intervalo de período e intervalo de tempo:

- Larguras mínimas
- Taxa vertical

E (2) destaca campos opcionais:

- (3) áreas a serem forçadas e / ou restritas
- (4) períodos aos quais as superfícies são aplicadas

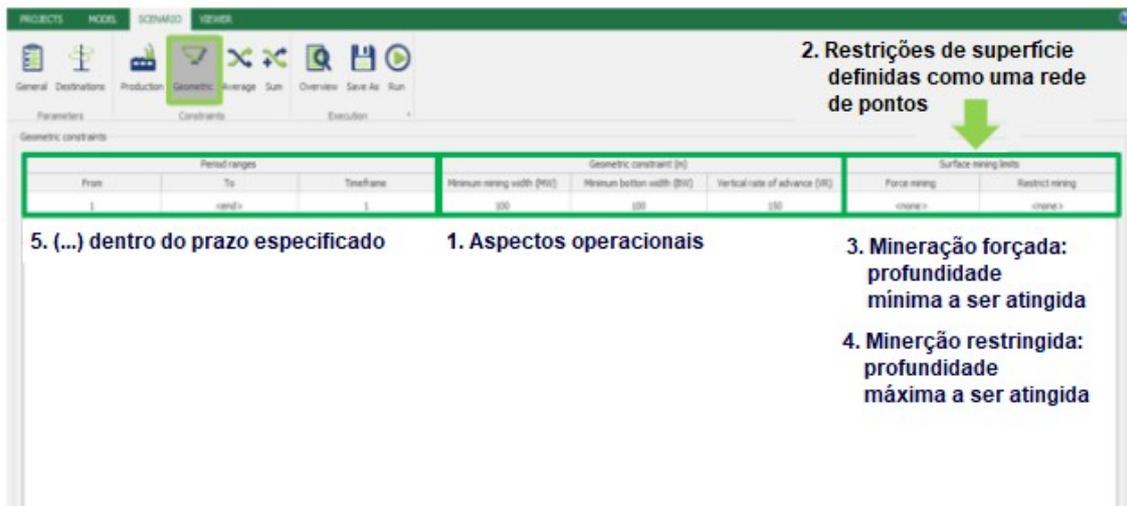


Figura 8: Restrições operacionais

Para este exemplo, use as restrições mostradas na Figura 9, também listadas abaixo:

- *Minimum width*
 - o *Mining: 50 m*
 - o *Bottom: 90 m*
- *Vertical rate of advance*
 - o *Maximum: 150 m*



Figura 9: Restrições operacionais ampliadas.

Superfícies

No *MiningMath* o usuário pode forçar a mineração e restringir a mineração usando superfícies baseadas em coordenadas e definidas como uma grade 3D de pontos no formato CSV. As superfícies são as restrições mais importantes dentro da hierarquia do *MiningMath* e permitem ao usuário impor sua compreensão e assumir o controle dos resultados anteriores e dos aspectos operacionais.

Usando superfícies, o usuário pode brincar com aspectos geotécnicos, forçar certas regiões a alocar rejeitos e estéril, restringir áreas para proteger o meio ambiente e / ou orientar aspectos operacionais importando uma cava projetada.

Devido à complexidade do assunto, as superfícies serão tratadas em uma seção específica de nosso tutorial.

AVISO LEGAL:

Ao comparar o *MiningMath* com o software que funciona com Lerchs-Grossmann, você provavelmente precisará adotar parâmetros justos para obter conclusões razoáveis. Neste caso, sugere-se utilizar valores pequenos para larguras mínimas e valores ótimos para Taxa de Avanço Vertical no *MiningMath*, tornando-o menos operacional que os tradicionais.

3.5 Média

Na aba *Average*, o usuário pode definir teores médios mínimos e / ou máximos para qualquer elemento / mineral importado como teor (Figura 10-1).

As restrições de blendagem também podem ser definidas por intervalos de período (Figura 10-2) e / ou destino (Figura 10-3).

Vale ressaltar que este limite mínimo não representa valores de corte. Por ser baseado em parâmetros médios, o algoritmo pode usar valores menores para respeitar este parâmetro e aumentar o VPL com valores maiores. Se você quiser inserir um corte, uma boa maneira de fazer isso é filtrando esses blocos e atribuindo a massa deles como um campo de soma, conforme mencionado aqui.

3. E para cada destino importado

Period ranges			Average CU		Average AU	
From	To	Timeframe	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
1	<end>	1	<none>	<none>	<none>	<none>

2. Estas restrições podem variar ao longo do tempo

1. Propriedades importadas como "Média" (Teores) podem ser controladas com limites min/ máx baseados em valores médios (ponderado com base na massa do bloco)

Figura 10: Restrições de blindagem

3.6 Soma

Na aba *Sum*, o usuário pode considerar qualquer parâmetro somado com um limite mínimo e / ou máximo para qualquer dado importado como outro (Figura 11-1).

Outras restrições também podem ser definidas por intervalos de período (Figura 11-2) e / ou destino (Figura 11-3).

Este recurso está disponível apenas para as versões completas do *MiningMath*.



Figura 11: Outras restrições

3.7 Visão geral

Clique em *Overview* (Figura 12), para um resumo numa página única de todos os parâmetros relacionados ao Sequenciamento direto de blocos, conforme ilustrado na figura abaixo.

A opção *Save as* (Figura 13) pode ser usada para redefinir o nome, a descrição de um cenário editado e sua árvore de decisão.

O usuário também pode decidir quais arquivos o *MiningMath* produzirá como saídas usando *Execution options* (Figura 14) antes de clicar em "Run".

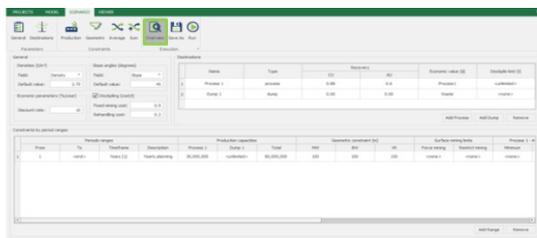


Figura 12: Tela *Overview* para verificação final dos parâmetros inseridos.

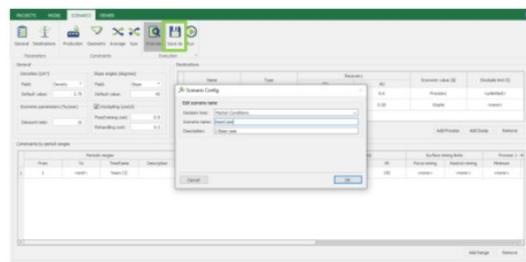


Figura 13: Salve como informação



Figura 14: Opções de execução

4. Visualizador

Depois de executar seu cenário, o arquivo *Mined Blocks* irá divulgar seus resultados no visualizador 3D permitindo a visualização de seu modelo de diferentes ângulos. Ao selecionar

“*Period mined*” você consegue visualizar o sequenciamento de lavra período a período e ao selecionar uma superfície é possível identificar as alterações topográficas de cada período e também modificar sua opacidade, facilitando a visualização.

MiningMath também permite que você importe superfícies já criadas, se você colocá-las na mesma pasta que as outras, para que possa validar sua geometria, se necessário.

Clique em “*Load Scenario*” para importar vários cenários e compará-los para extrair os melhores resultados de acordo com as restrições do seu projeto.

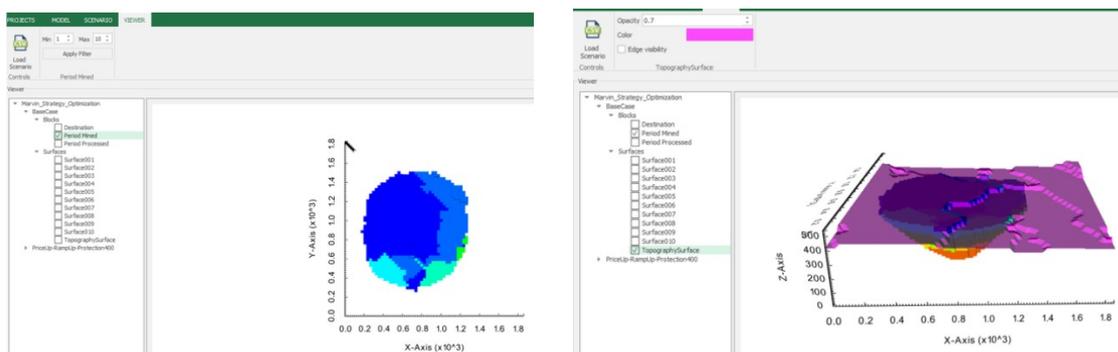


Figura 15: Visualizador

5. Navegando na interface do usuário

[Vídeo 6](#)

Formatando o modelo de blocos

1. Requisitos básicos do modelo de bloco

1.1 Modelo de Bloco

O *MiningMath* requer as seguintes especificações de formatação:

- Modelo de blocos regularizado: significa que todos os blocos devem ter o mesmo tamanho.
- Modelo não girado: Todos os blocos devem ser alinhados ao eixo padrão.
- Blocos de ar devem ser removidos antes da importação. É assim que o *MiningMath* reconhece a topografia.
- Coordenadas ou índices de cada bloco nas 3 dimensões.
- Os nomes de cabeçalho não devem ter caracteres especiais ou exceder 13. Use esta recomendação para pastas e arquivos também.
- O formato dos dados deve ser um arquivo CSV (Valores separados por vírgula), que é compatível com a maioria dos pacotes de mineração.

1.2 Boas práticas

- Configure a formatação de número do Microsoft Windows para usar o ponto como separador decimal e a vírgula como separador de milhar.
- Use o sistema métrico.
- Defina vários campos que considerarão diferentes valores econômicos, tipos de materiais, limites de contaminantes e qualquer outra variável que você deseja analisar ou controlar.

2. Etapas da formatação

2.1 Compreendendo os tipos de campo

Tipos de campo são os campos que o *MiningMath* pode entender. Cada coluna importada deve ser atribuída ao tipo de campo apropriado para que o *software* trate cada variável de acordo com seu significado.



Figura 1: Tipos de campos

Tipos de campos obrigatórios e seus significados

- **Coord X**, **Coord Y** e **Coord Z** estão relacionadas às suas informações de coordenadas. O mesmo se aplica ao **Index X**, **Index Y** e **Index Z**, que requer uma coluna para cada um dos eixos 3D.
- **Average** refere-se a qualquer variável que possa ser controlada por meio de mínimos e máximos considerando sua média: rampas, distância de transporte e outras variáveis.
- **Economic Value** refere-se às colunas com o valor econômico que representam os destinos disponíveis. É possível importar múltiplos valores econômicos de uma só vez, sejam eles usados simultaneamente (ex.: múltiplos fluxos de processamento) ou calculá-los na calculadora interna mencionada na próxima página.

Tipos de campos opcionais e seus significados

- **Density** refere-se à densidade do bloco. Este campo é usado para calcular a tonelagem do bloco.
- **Slope** refere-se a inclinações que variam bloco a bloco, o que dá a flexibilidade para definir inclinações de criação por litótipo e setores.
- **Recovery** refere-se a recuperações que variam de bloco a bloco.
- **Sum** refere-se a qualquer variável que possa ser controlada por meio de mínimos e máximos considerando sua soma.
- **Other** refere-se às informações que você deseja nas saídas exportadas.
- **Skip** refere-se a qualquer variável que deve ser ignorada. Este tipo de campo pode ajudar a melhorar o tempo de execução, uma vez que essas variáveis não serão consideradas e exportadas junto com as saídas de otimização.

Atalhos de nomes de campo para registro automático no processo de importação

- Coordinates: X, Y, Z,
- Average: "@", "grade",
- Density: "%", "dens", "sg",
- Economic Value: "\$", "dest", "val",
- Recovery: "*", "recov", Slope: "/", "slope",
- Sum: "+",
- Skip: "!"

2.2 Requisitos obrigatórios

Considerando as especificações mencionadas anteriormente, o conjunto de dados formatado deve conter as seguintes informações para cada bloco:

- Coordenadas ou índices.
- Teores (pelo menos um elemento designado como **Average**).
- Valores econômicos (pelo menos 1 para o processo e 1 para o estéril).
- O vídeo a seguir oferece uma introdução sobre como configurar seu modelo de bloco.

[Vídeo 7](#)

2.3 Atenção às convenções do *software*

A origem do modelo deve ser colocada na parte inferior, começando a contar a partir das coordenadas mínimas em X, Y e Z.

A Figura 2 destaca a origem de um modelo de bloco no canto do primeiro bloco e as coordenadas em seu centroide.

Cada *software* usa suas próprias convenções para formato de dados, sistemas de nomenclatura e numeração, etc. Essas diferenças devem ser observadas para evitar conflitos ao transitar dados de vários *softwares*, cada um para uma especificidade.

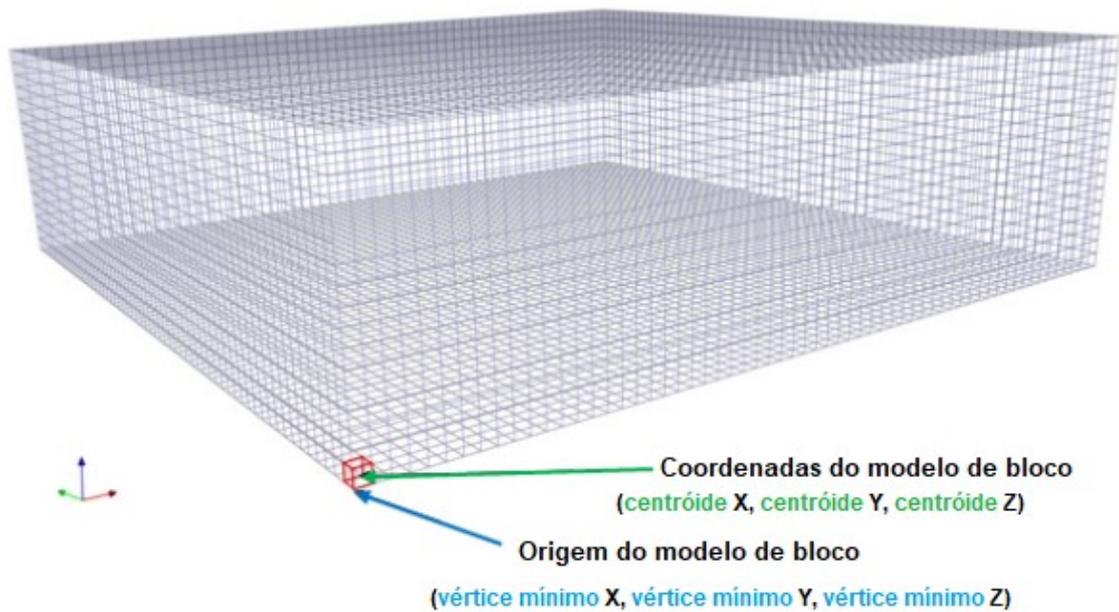


Figura 2: Matriz de blocos

O que você deve saber:

- *MiningMath* usa coordenadas (X, Y, Z) para as quais Z, que representa a elevação, começa em baixo e cresce para cima (Figura 3a).
- Outro *software* de mineração pode usar índices com IZ começando em cima e crescendo para baixo (Figura 3b). *MineSight* é um exemplo que usa essa notação.

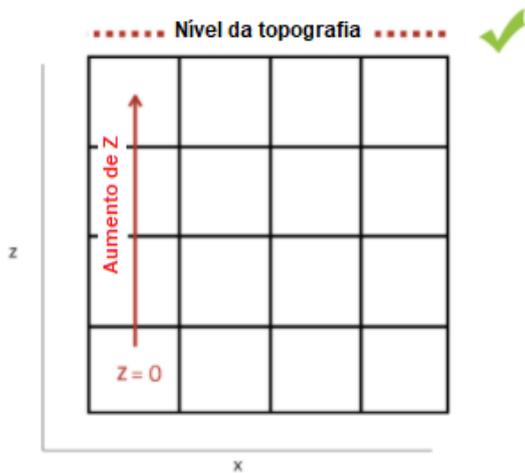


Figura 3a: O menor valor IZ está na parte inferior do modelo.

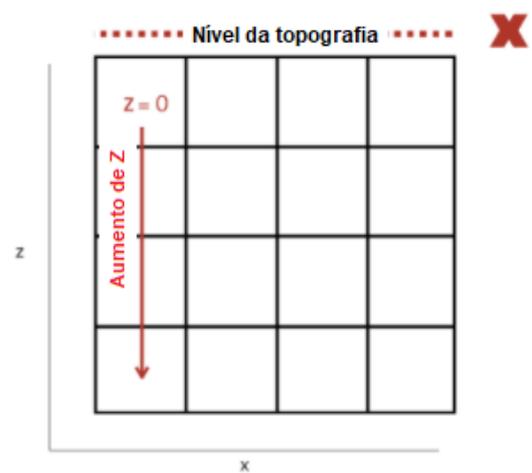


Figura 3b: O valor Z mais baixo está na parte superior do modelo, o que não se ajusta aos requisitos do *MiningMath*.

Não existe convenção certa ou errada, mas existe um procedimento correto para cada *software*.

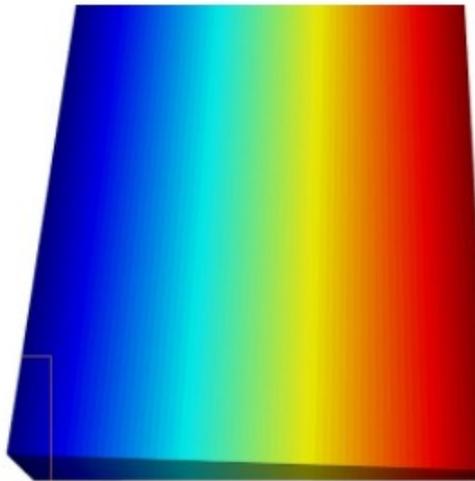
Como converter as coordenadas:

A fórmula para convertê-lo é a seguinte.

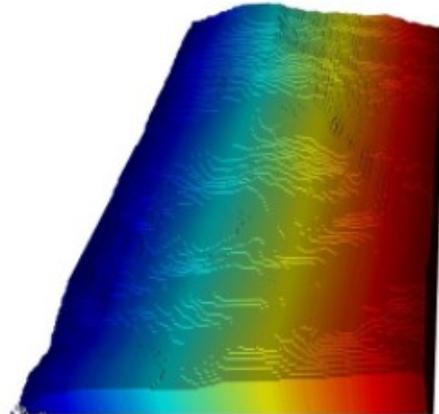
$$\text{novo}(Z) = \text{máximo}(Z) + 1 - \text{atual}(Z)$$

2.4 Blocos de ar

O *MiningMath* reconhece que todos os blocos importados do seu modelo estão no subsolo. Isso significa que é necessário remover todos os blocos de ar antes da importação. A menos que sua topografia seja totalmente plana, o que é improvável (Figura 4a), a visualização do seu modelo de blocos deve ser semelhante a figura 4b.



Como o seu modelo de bloco não deve se parecer. A menos que ele seja totalmente plano, o que é improvável.



Como ele deve ser. Sem os blocos de ar.

Figura 4: Exemplo de como o modelo de blocos deve se parecer com uma base retangular

A não remoção dos blocos de ar pode levar a resultados insatisfatórios e longos tempos de processamento, pois seriam considerados blocos que não existem na realidade.

Você quer mais detalhes sobre os blocos de ar?

O vídeo a seguir mostra como remover blocos de ar usando filtros no *MS Excel*. Essas dicas também se aplicam a qualquer *software* de mineração de sua escolha.

[Vídeo 8](#)

Importação do modelo de blocos

1.1 Arquivo do modelo de blocos

Para importar o modelo de blocos, selecione a opção *Import Model* no painel esquerdo do *MiningMath*. Observe na Figura 1 que o campo de entrada Nome do arquivo é mostrado em vermelho, indicando um campo obrigatório. Procure e selecione o arquivo no formato CSV. Pressione *Next* para avançar.

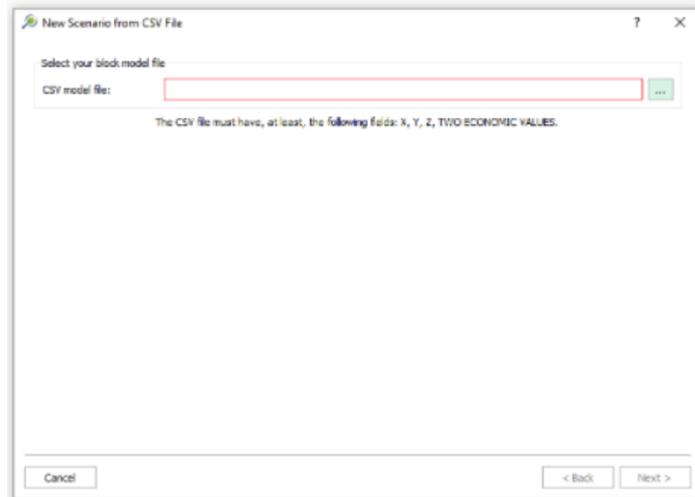


Figura 1: Importando um modelo CSV

1.2 Nomenclatura do Projeto

Na próxima janela, mostrada na Figura 2, o nome do modelo deve ser inserido.

Opcionalmente, a pasta de destino (*Model folder*) pode ser alterada, bem como o nome do cenário e uma descrição do cenário adicionados.

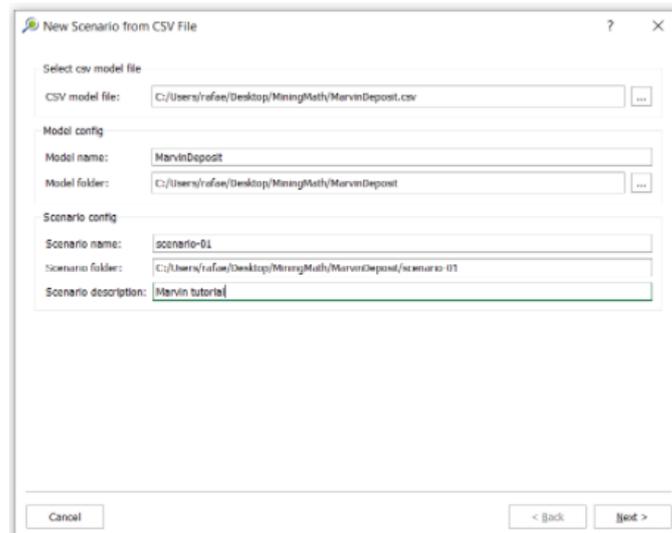


Figura 2: Definindo um nome para o modelo no primeiro cenário

1.3 Campos importados e validação

Ao clicar em *Next*, a janela a seguir fornecerá um resumo estatístico das informações para o modelo de blocos que será importado, conforme mostrado na Figura 3.

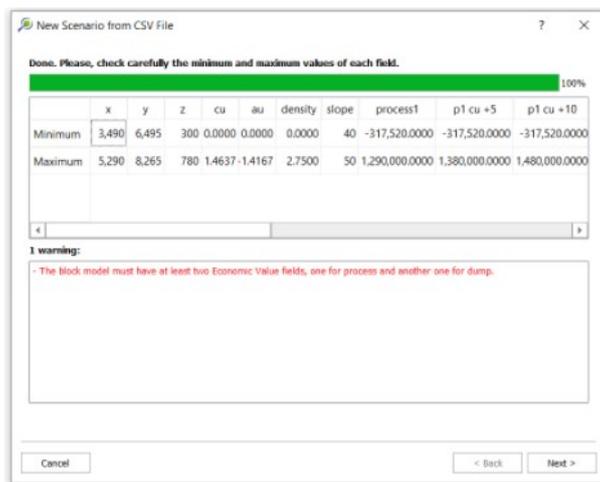


Figura 3: Validando os dados

1.4 Sistema de georreferência, origem e dimensão

Ao clicar em *Next*, o arquivo CSV será importado para o *MiningMath*, e solicitará dados adicionais relacionados ao sistema de georreferência do modelo de bloco, que podem ser coordenadas ou índice. As próximas etapas são colocar a origem de acordo com seu pacote de mineração e a dimensão do bloco conforme ilustrado na Figura 4. A origem deste projeto foi $x = 3.475$, $y = 6.480$ e $z = 285$, e as dimensões do bloco foram 30 metros em cada coordenada.

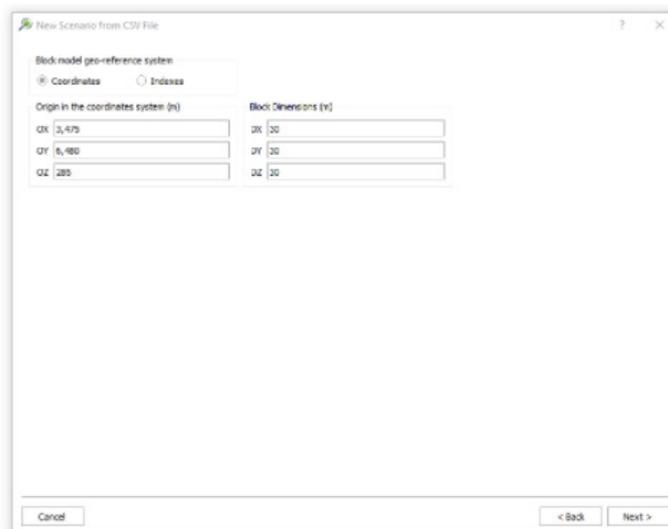


Figura 4: Entrada das coordenadas

1.5. Atribuição do tipo de campo

Quando *Next* for selecionado, o seguinte formulário aparecerá (Figura 5), mostrando as correlações entre o cabeçalho do arquivo CSV importado e os tipos de campo disponíveis no *MiningMath*. Você deve associar cada coluna importada a uma das opções localizadas logo acima da tabela, por exemplo, coordenadas de bloco X, Y e Z para Coord. Tipos de campo X, Y e Z. Para obter mais detalhes sobre como você pode correlacionar cada coluna, acesse este [link](#). Você também pode manter os dados originais do seu pacote de mineração anterior, usando esta abordagem.

Nota: Se você ainda não possui uma função Valor Econômico, ao importar seu modelo de bloco, você será direcionado para a aba *Scenario*. Em seguida, clique na aba *Function* para calcular a função Valor econômico na calculadora interna, conforme explicado na próxima [página](#).

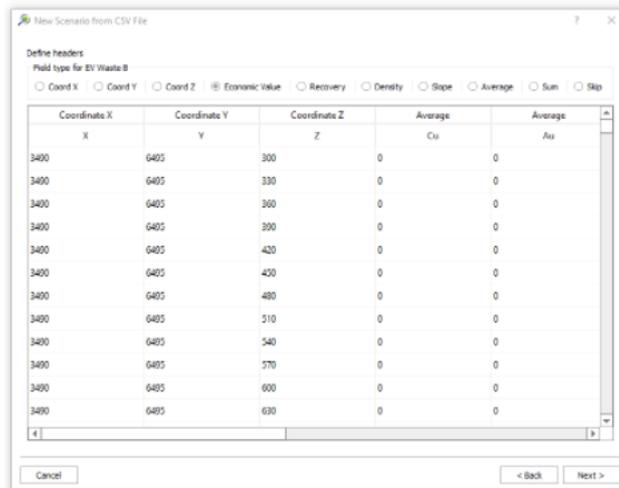


Figura 5: Atribuindo a cada coluna o tipo de campo correto

1.6 Teor, dimensão e origem

Depois de clicar em *Next*, ele exigirá unidades de teor. Como você pode ver na Figura 6, o teor de cobre foi definido como uma porcentagem (%), enquanto o teor de ouro como ppm, que representa partes por milhão e, por sua vez, é equivalente a g/t.

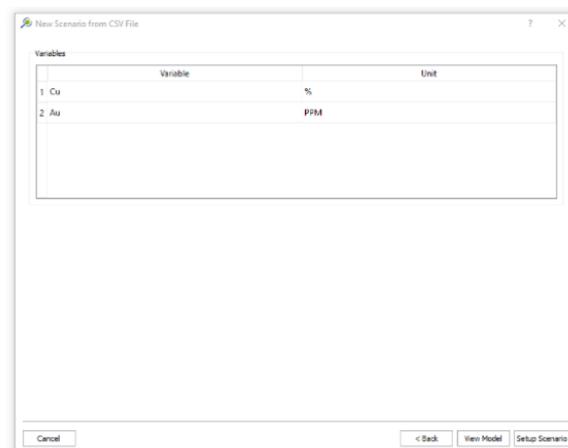


Figura 6: Informando as unidades dos teores

1.7 Visualize seu modelo e superfícies

Após o preenchimento dos campos obrigatórios, as opções *View Model* e *Scenarios* estarão habilitadas. Antes de configurar seu primeiro cenário, você pode visualizá-lo clicando em *Viewer* e *Load Scenario*. Selecione todas as opções de dica de ferramenta e clique em *Load*. Esta opção também permite visualizar as superfícies criadas, bastando colocá-las na pasta de cenários antes de carregar e fazer a primeira validação.

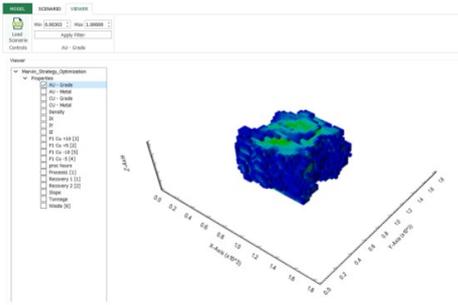


Figura 7: Checando o seu modelo

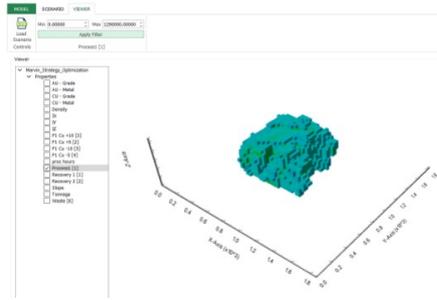


Figura 8: Checando o seu modelo

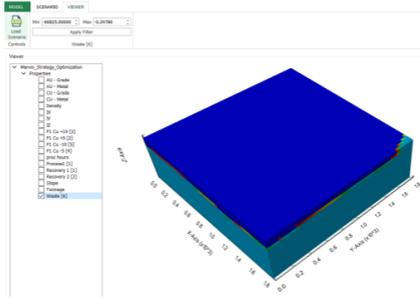


Figura 9: Checando o seu modelo

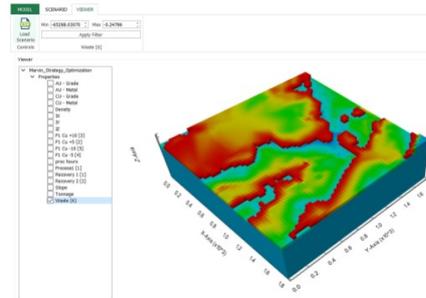


Figura 10: Checando o seu modelo

Valores econômicos

1. Introdução

O *MiningMath* não requer destinos predefinidos a partir de um teor de corte arbitrário. Em vez disso, o *software* usa um Valor Econômico para cada destino possível e para cada bloco. O teor médio que define se os blocos são classificados como minério ou estéril será uma consequência dinâmica do processo de otimização.

1.1 Destinos obrigatórios

O *MiningMath* requer pelo menos dois destinos obrigatórios:

- 1 para a usina de processamento
- 1 para a pilha de estéril

Portanto, cada bloco deve estar associado a:

- 1 Valor econômico para a usina de processamento
- 1 Valor econômico para a pilha de estéril

Notas:

Os blocos de estéril podem ter custos de processo nos valores econômicos do processamento. Portanto, blocos que não geram lucro teriam custos mais elevados quando enviados para o processo em vez de para a pilha de estéril.

Caso tenha algum material que deva ser proibido na planta, pode-se usar valores econômicos para diminuir a complexidade e o tempo de execução, conforme mencionado [aqui](#).

Inserir figura 1. É tipo uma animação.

2. Valor Econômico: Cálculo

Cada campo relacionado ao Valor Econômico (*Process / Waste*) deve relatar o valor de cada bloco em função de seu destino (Processamento ou Pilha de estéril neste exemplo), teores, recuperação, custo de mineração, custos de transporte, custos de tratamento, custos de detonação, preço de venda, etc. O usuário não é obrigado a pré-definir o destino, pois o *software* irá determinar a melhor opção durante a otimização.

Para calcular os Valores Econômicos você pode usar a calculadora interna do *MiningMath* disponível na opção "*Function*", dentro da aba "*Model*". Para ilustrar o cálculo dos valores econômicos, um exemplo é mostrado abaixo com base no bloco com os índices (IX, IY, IZ) = (1, 1, 1), destacados na Figura 2. Os parâmetros de cálculo estão descritos na tabela da Figura 3

Descrição	Cu (%)	Au (ppm)
Recuperação	0,88	0,6
Preço de venda (\$/ unidade de massa)	2000	12
Custo de venda (\$/unidade de massa)	720	0.2
Custo de processamento (\$/t)		4
Custo de mineração (\$/t)		0,9
Taxa de desconto (%)		10
Dimensão do bloco em X (m)		30
Dimensão do bloco em Y (m)		30
Dimensão do bloco em Z (m)		30

Figura 2: Parâmetros para calcular os valores econômicos.

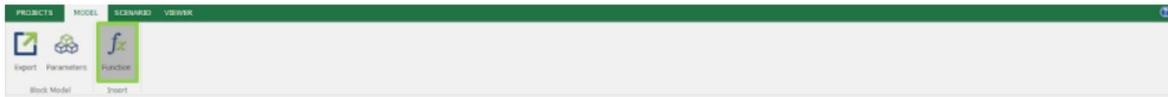


Figura 3: Calculadora interna

2.1 Tonelagem do bloco

- Tonelagem do bloco = Volume do bloco x Densidade
- Block Tonnes = $30 \times 30 \times 30 \times [\text{Density}]$

2.2 Tonelagem de cobre

- Tonelagem de cobre = Tonelagem do bloco x (Teor de Cu/100)
- Tonnes Cu = $[\text{BlockTonnes}] \times ([\text{CU}]/100)$

2.3 Massa de ouro

- Massa de ouro = Tonelagem do bloco x Teor de Au
- Mass Au = $[\text{BlockTonnes}] \times [\text{AU}]$

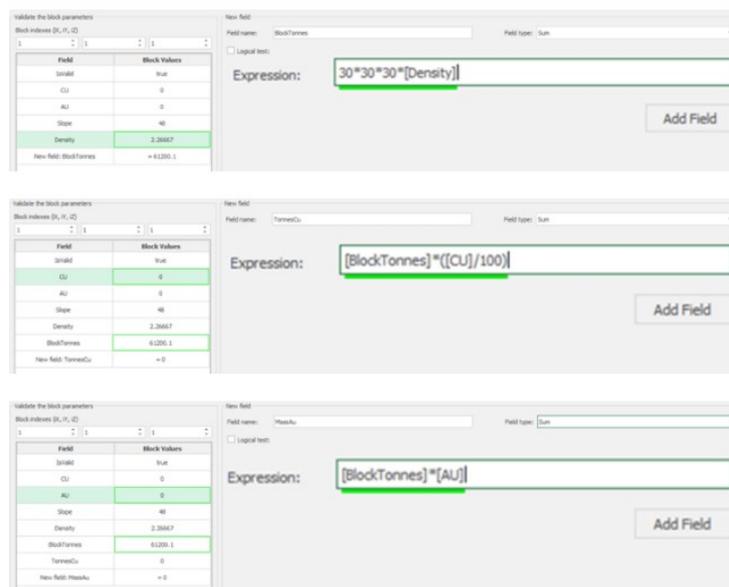


Figura 4: Cálculos do modelo de bloco

2.4. Valor Econômico do processo

- Valor Econômico do processo = $[\text{Toneladas Cu} \times \text{Recuperação Cu} \times (\text{Preço de Venda Cu} - \text{Custo de Venda Cu})] + [\text{Massa Au} \times \text{Recuperação Au} \times (\text{Preço de Venda Au} - \text{Custo de Venda Au})] - [\text{Toneladas do Bloco} \times (\text{Custo de Processamento} + \text{Custo de Mineração})]$
- Economic Value Process = $([\text{TonnesCu}] \times 0,88 \times (2000 - 720)) + ([\text{MassAu}] \times 0,60 \times (12 - 0,6)) - ([\text{BlockTonnes}] \times (4,00 + 0,90))$

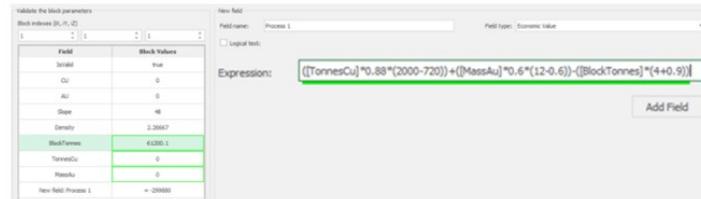


Figura 5: Cálculo do valor econômico do processamento

2.5 Valor econômico do estéril

- Valor Econômico do estéril = –Tonelads do bloco x Custo de Mineração
- Economic Value Waste = - [BlockTonnes] * 0,9

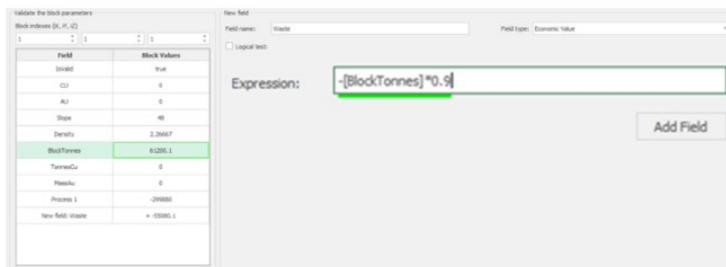


Figura 6: Cálculo do valor econômico do estéril

O primeiro bloco neste exemplo geraria -299.880 \$ se fosse enviado para o processo e - 55.080,1 \$ se enviado para a pilha de estéril. Portanto, esse bloco pode ir para a pilha de estéril, pois resultaria em menos prejuízo do que quando é processado. O *MiningMath* define o melhor destino em relação ao conjunto de restrições ao longo do tempo, portanto esta decisão é muito mais complexa do que o exemplo acima na maioria dos casos.

EVITE ERROS COMUNS

- [Validando valores](#), verifique seus valores econômicos.
- Encontre os [problemas comuns](#) relacionados a esta página.

LEITURA ADICIONAL

- Use vários [Destinos](#) e estoques.
- Compreenda a política do [teor de corte](#) no *MiningMath*.

Validação de dados

1. Execute sua primeira otimização

A execução de uma otimização no *MiningMath*, usando a tecnologia do Sequenciamento direto de blocos para projetos complexos com várias restrições, pode demandar horas apenas para validar se a formatação foi feita corretamente. Portanto, apresentamos aqui um fluxo de trabalho eficiente para estruturar seu projeto. É importante mencionar que você pode executar cada tópico deste conteúdo individualmente a qualquer momento que achar adequado, mas recomendamos que você siga passo a passo para entender a ideia principal do processo

As próximas páginas usarão o exemplo abaixo dentro do Depósito *Marvin* e visam exemplificar o seguinte conjunto de restrições:

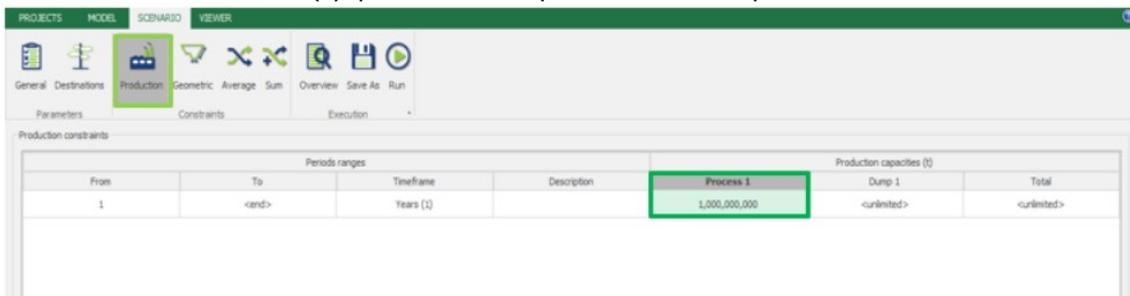
- Capacidade de processamento: 10 Mt por ano.
- Movimentação total: 40 Mt por ano.
- Restrição de soma de 4.000 horas de processamento por ano, que é uma estimativa detalhada do rendimento da planta.
- Taxa vertical de avanço de 150 m por ano.
- Teor de cobre limitado a 0,7%.
- Tamanho mínimo de mineração (50 m) e largura do fundo da cava (100 m).
- Superfície de Mineração Restrita: "Surface-RM-offset-400m.csv", devido a uma planta de beneficiamento na área.
- Estoque usando um custo fixo de mineração e manuseio de 0,9 \$ / te 0,2 \$ / t.

1.1. Valide primeiro

Para validar seus dados e reduzir o tempo de execução, recomendamos fortemente executar o ***MiningMath Full*** com uma capacidade de produção maior do que as reservas esperadas. Assim você obterá resultados mais rapidamente ao analisá-los. Esta execução também gera a superfície topográfica para que você possa usá-la para forçar ou restringir áreas de mineração.

Exemplo:

- A expectativa de vida da mina versus a taxa de produção: projeto de 35 anos produzindo 10 Mt por ano.
- Reserva esperada: 350 Mt.
- Configure um cenário com a planta de processamento tendo capacidade para 1.000 Mt por período, sem pilhas de estoque e qualquer outra restrição.
- *Timeframe*: Anos (1), pois tudo seria processado em 1 período.



The screenshot shows the 'Production constraints' table in the MiningMath software. The table has columns for 'From', 'To', 'Timeframe', 'Description', 'Process 1', 'Production capacities (t)', 'Dump 1', and 'Total'. The 'Process 1' column is highlighted with a green box, showing a value of 1,000,000,000. The 'Production capacities (t)' column shows '<unlimited>'.

From	To	Timeframe	Description	Process 1	Production capacities (t)	Dump 1	Total
1	<end>	Years (1)		1,000,000,000	<unlimited>	<unlimited>	<unlimited>

Figure 1: Scenario's set up

Questões:

- O cenário foi executado corretamente?
- A maioria dos valores econômicos positivos do processo está dentro dessa superfície?
- A mineração está acontecendo em áreas que fazem sentido?

- Existe um número razoável de períodos na vida da mina?

Validação de restrições

1. Adicione restrições ao seu projeto

Continuando a validação, comece a adicionar as primeiras restrições relacionadas ao seu projeto para que você possa entender o potencial máximo dele. A superfície gerada neste caso também poderia ser usada como uma área de mineração restrita no último período para reduzir a complexidade de seu modelo de bloco e o tempo de execução do *MiningMath*, uma vez que inclui um conjunto de restrições inseridas.

Exemplo:

- Monte um cenário com 1.000 Mt na planta de processamento, o que corresponde a muito mais massa do que o esperado em toda a vida da mina.
- Adicione na largura inferior mínima (*Minimum Bottom Width*) (100 m). Essa restrição permitirá que você tenha uma frente de trabalho adequada para o seu equipamento.
- Superfície de mineração restrita, se você tiver essa restrição em seu projeto.
- Teor máximo de 0,7%.
- Prazo (*Timeframe*): Anos (1), pois tudo seria processado em 1 período.

Nota: Restrições de soma podem restringir a quantidade total de material manuseado (minério + resíduos) da mina. Portanto, não os use na validação.

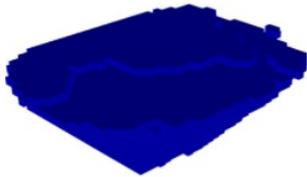


Figura 1: Sequenciamento

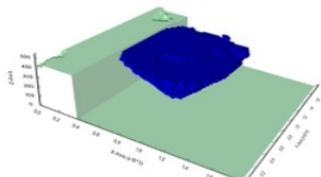


Figura 2: Superfície restrita

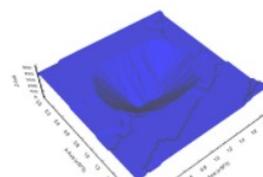


Figura 3: Superfície

Figure 5: Restrict surface

Periods ranges		Timeframe	Description	Process 1	Production capacities (t)	Total
From	To	Years (1)		1,000,000,000	Dump 1 <unlimited>	<unlimited>
1	<end>					

Figura 4: Configurações do cenário

Period ranges		Timeframe	Geometric constraint (m)		Surface mining limits		
From	To	1	Minimum mining width (MW)	Minimum bottom width (BW)	Vertical rate of advance (VR)	Force mining	Restrict mining
1	<end>		100	<none>	<unlimited>	<none>	./Surface-RM-offset-400m.csv

Figura 5: Restrições geométricas

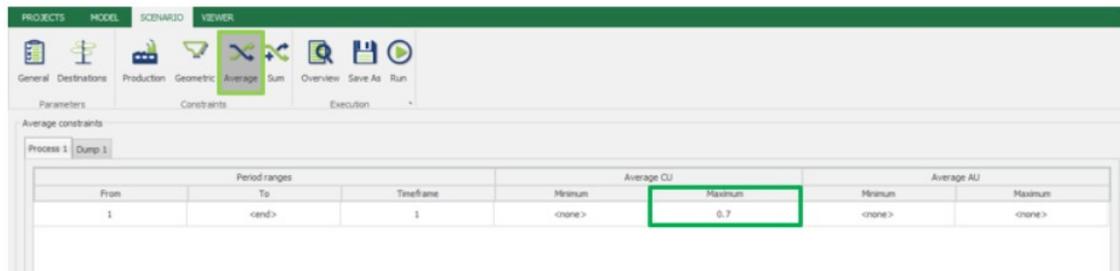


Figura 6: Restrições de média

1.1. Vamos deixar tudo claro

Agora que a etapa de validação de restrições foi concluída, você pode usar esta superfície final como um guia para otimizações futuras. Esta abordagem reduz o tempo de execução e a complexidade do algoritmo porque quando você leva isso em consideração, os blocos abaixo desta superfície otimizada final não serão considerados e as heurísticas dentro da interface serão facilitadas. Observe que não fizemos nenhuma alteração na taxa de desconto, então, este primeiro VPL não representa a realidade. Se você precisar de um resultado preciso nesta etapa, certifique-se de ajustá-lo.

É importante lembrar que ao restringirmos a mineração nesta superfície, o número de períodos gerados em execuções futuras pode ser reduzido porque os parâmetros médios de cada um terão que atender às restrições do pacote geral. Portanto, para atingir os mesmos parâmetros em um intervalo de tempo menor, alguns blocos podem ser descartados devido à sequência de lavra e otimização de destinos dentro de toda a massa.

Tendo essa ideia em mente, você já deve ter informações suficientes para decidir e estruturar a próxima etapa da otimização. Com base na quantidade minerada no último item e na capacidade de processamento, defina um bom prazo para identificar a sequência de lavra. Nesse caso, tínhamos 231 Mt de massa total de minério a ser desdobrada em quase 23 anos, já que a capacidade de processamento é de 10Mt.

Para melhorar a eficiência na otimização, antes de trabalharmos anualmente, tomamos a decisão de considerar os primeiros 5 anos e é razoável gerar uma superfície de 10 anos para considerar a otimização dentro deste limite devido às considerações feitas anteriormente. Lembre-se de que cada suposição aqui pode ser feita de acordo com as demandas do seu projeto e que o *MiningMath* pode trabalhar com qualquer prazo para atender às suas necessidades.

Fluxo de trabalho integrado

1. Escolha seu próprio caminho

Cada projeto tem suas próprias características e o *MiningMath* permite que você escolha qual fluxo de trabalho se encaixa melhor em sua demanda e decida qual deve ser usado. Ao usar a metodologia SDB, você pode executar mais de um cenário simultaneamente para ter uma ideia do potencial do depósito para que o otimizador vá para o melhor VPL possível. Um processo passo a passo pode começar na primeira linha da figura abaixo, no qual as execuções podem demorar mais, pois ele explora todo o espaço de solução do modelo de bloco. Enquanto isso, você pode abrir outra instância e começar sua análise exploratória executando e refinando *pushbacks*. Com essa visão mais ampla em mente, você já pode iniciar os planejamentos e usar as superfícies quando quiser reduzir a complexidade e o tempo de execução de cada etapa.

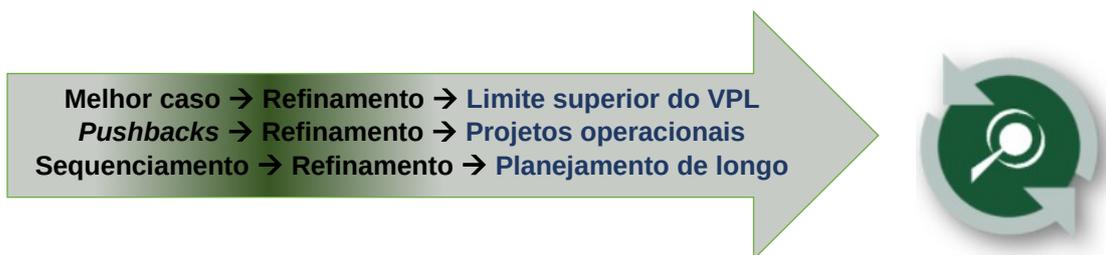


Figura 1: Escolha o seu próprio caminho

O Melhor Caso gera um limite superior de VPL que pode ser usado como uma referência para comparação com o melhor caso obtido por outros pacotes de *software*. Também existe a opção de produzir *pushbacks* otimizados com produção de minério controlada e projetos operacionais para orientar o sequenciamento de sua mina. Outra maneira é executar cronogramas de extração de ano a ano ou qualquer cronograma usando todas as restrições para obter uma visão detalhada de longo prazo de todo o projeto e identificar os principais desafios que devem ser superados.

Escolha uma das opções abaixo e comece seu projeto:



Escolha de *Trade-off*

Se escolhermos executar primeiro os períodos anuais, o desafio para o otimizador é maior, dados os aspectos geométricos multiperíodo e não linear, o que significa mais heurísticas para aumentar a eficiência e um risco maior de não ser a melhor solução para o LOM, mas tem maiores chances dos resultados serem alcançados em prazos mais curtos. Mais manipulações são necessárias para esta operação.

Se escolhermos agrupar os períodos adequadamente, além de ser mais eficiente, ainda tem uma visão descontada de longo prazo, as formas poderiam ser manipuladas mais facilmente, mas não há garantia de que prazos mais curtos serão alcançados de forma adequada.

Dada a flexibilidade do *MiningMath*, o procedimento pode variar dependendo das características e desafios de cada depósito.

Melhor caso

1. Obtenha o limite superior do VPL

Para obter o melhor resultado que o projeto pode gerar, este cenário explora todo o espaço da solução sem quaisquer outras restrições que não as capacidades de processamento, em uma otimização multiperiódica global. Como o *MiningMath* otimiza todos os períodos simultaneamente, ele pode encontrar VPLs maiores do que as metodologias de LG / *Pseudoflow*, dada a maximização do VPL, a otimização da política do teor de corte e a pilha de estoque. Esta execução fornece a melhor REM em seu projeto, já que o *MiningMath* é gratuito para descobrir o melhor VPL considerando a relação entre minério e estéril, e serve como uma referência para quando você está comparando diferentes melhores casos obtidos em outros *softwares* e os destinos de bloco otimizados poderiam ser importado de volta para qualquer pacote de mineração, mesmo se o objetivo for executar LG com a política de teor de corte do SDB em vigor.

Exemplo:

- Capacidade de processamento: 10 Mt por ano.
- Parâmetros de armazenamento ativados.
- Prazo (*timeframe*): anos (1).

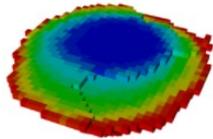


Figura 1: Melhor caso

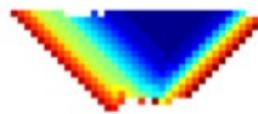


Figura 2: Sequenciamento

From	To	Period/range	Description	Production capacities (t)	Total
1	<end>	Timeframe Years (1)	Each period represents 1 year of production	Process 1 \$0,000,000	Dump 1 <unlimited>
					Total <unlimited>

Figura 3: Restrições de produção

1.1 Mais informações e refinamentos

É importante mencionar que se você tiver vários destinos, processamento extra ou rotas para o depósito de estéril podem ser adicionados para a otimização do teor de corte adequado. Além disso, as superfícies obtidas aqui podem ser usadas em etapas posteriores ou importadas de volta para qualquer pacote de mineração para *design* e programação de *pushback*.

Um refinamento do melhor caso poderia ser feito adicionando mais restrições, de preferência uma por vez para avaliar cada impacto nas "reservas", conflitos potenciais entre elas, e assim por diante. Você pode tentar seguir as sugestões abaixo para esta melhoria:

- Todas as restrições de combinação
- Todos os aspectos das restrições de mineração devido a áreas proibidas
- Processamento extra ou rotas de depósito de estéril para otimização do teor de corte adequado

- Somar as variáveis (com cuidado) apenas no caso de algum aspecto precisar ser controlado para todo o LOM de uma vez.
- Caso seja necessária mais eficiência, a superfície resultante obtida na etapa de Validação de Restrições pode ser usada como superfície de restrição da mineração para as execuções aqui.

Esses cenários podem demorar mais e a principal recomendação é usar um computador potente para executá-lo, em paralelo, enquanto outras otimizações são realizadas.

Análise Exploratória

1. Trabalhe em diferentes prazos

Identifique intervalos de tempo em seu projeto, para que você possa trabalhar com grupos de períodos antes de obter uma visão detalhada. Esta estratégia permite que você execute os cenários mais rapidamente sem perder flexibilidade ou adicionar diluição para a otimização como acontece quando nós re-bloqueamos.

A ideia é fazer com que cada período otimizado represente planos bienais, trienais ou decenais. O *MiningMath* permite que você faça isso facilmente apenas ajustando algumas restrições para se adequar ao período de tempo selecionado, como mostrado no exemplo a seguir. Tente executar com e sem produções de estéril/total para verificar possíveis gargalos e impactos nos perfis da pilha de estéril, o que pode ser útil para exercícios de gerenciamento de frota. Além disso, teste com larguras de mineração maiores do que o necessário, pois esta é uma restrição não linear complexa e você pode encontrar formas melhores sem perder valor. Observe que neste exemplo, o processamento não foi totalmente realizado, e esse tipo de abordagem nos ajuda a entender quais restrições estão interferindo mais nos resultados.

O algoritmo *MiningMath* considera simultaneamente todas as restrições inseridas, fazendo uma otimização global para gerar seu *pushback* em uma única etapa dado o potencial máximo.

Exemplo:

- Prazo (*timeframe*): Fator personalizado = 5.
- Capacidade de processamento: 50 Mt em 5 anos.
- Movimento total: 200 Mt em 5 anos.
- Máximo de 25.000 horas de processamento em 5 anos.
- Taxa vertical de avanço de 750 m em 5 anos.
- Largura mínima de mineração (50 m) e largura inferior (100 m).
- Restringir Superfície de Mineração, se você tiver essa restrição em seu projeto.
- Teor de cobre de até 0,7%.
- Parâmetros de armazenamento ativados.

Nota: O controle de estéril e a taxa vertical de avanço não são recomendados se você estiver apenas procurando formas de *pushback*.

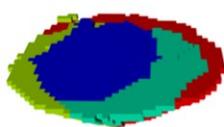


Figura 1: Sequenciamento

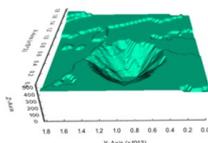


Figura 2: Superfície

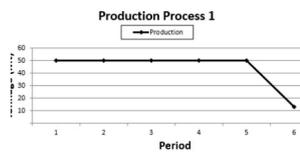


Figura 3: Resultado de produção

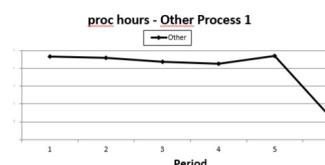


Figura 4: Horas de processamento

Periods ranges		Timeframe	Description	Process 1	Dump 1	Total
From	To	5	Each period represents 5 year of production	50,000,000	<unlimited>	200,000,000

Figura 5: Restrições de produção

Period ranges			Geometric constraint (m)			Surface mining limits	
From	To	Timeframe	Minimum mining width (MW)	Minimum bottom width (BW)	Vertical rate of advance (RA)	Force mining	Restrict mining
1	<end>	5	90	100	750	<none>	<none>

Figura 6: Restrições geométricas

Period ranges			Average CU		Average AU	
From	To	Timeframe	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
1	<end>	5	<none>	0.7	<none>	<none>

Figura 7: Restrições de média

Period ranges			Minimum	Proc Hours
From	To	Timeframe	Minimum	Maximum
1	<end>	5	<none>	25000

Figura 8: Restrições de soma

1.1. Mais detalhes

Adicionar restrições lentamente facilita o processo de aprendizado sobre o depósito, suas oportunidades e desafios potenciais. Caso algumas restrições não estejam sendo bem alcançadas, é um alerta para repensar algumas restrições e para o risco de não atingí-las nas faixas de curto prazo. Caso seja necessária mais eficiência, a superfície resultante obtida na Validação de Restrições ou em refinamentos do Melhor Caso, poderia ser utilizada como Restrição de Mineração no último intervalo, o que pode reduzir a complexidade e o tempo de execução. Além disso, se você já tem operações em uma determinada área que deve ser esgotada após um determinado projeto dentro do primeiro período de tempo, adicione uma superfície para forçar a mineração no intervalo 1-1.

As 4 primeiras variáveis deste exemplo estão diretamente relacionadas ao intervalo em que estamos trabalhando. As 2 restrições inseridas na guia de produção estão relacionadas ao manuseio máximo de material permitido, a terceira sobre a capacidade do equipamento de processamento e a taxa vertical de avanço para a profundidade que poderia ser alcançada ajustada para este intervalo. A largura mínima de lavra foi adicionada porque já estamos gerando superfícies projetadas que poderão ser utilizadas posteriormente como guia de cronogramas detalhados, portanto, deve-se respeitar o parâmetro devido ao dimensionamento do equipamento. Parâmetros como média, fundo mínimo e superfície de mineração restrita não apresentam alteração nos prazos.

É importante lembrar que os pacotes de tempo aqui não precisam necessariamente corresponder a conjuntos idênticos de anos. Você pode propor intervalos com diferentes restrições até atingir formas razoáveis/alcançáveis para o projeto de rampas, por exemplo. Se você deseja produzir mais resultados operacionais, mais fáceis de projetar e mais próximos das operações da vida real, tente jogar com taxas de mineração/larguras de fundo mais amplas. Essas mudanças não reduzirão necessariamente o VPL do seu projeto.

Considerando esta abordagem, a taxa de desconto serve apenas como uma aproximação do VPL e não afeta muito a qualidade da solução, visto que os melhores materiais seguindo as restrições exigidas serão alocados aos primeiros pacotes de qualquer maneira.

Otimização de cronograma

1. Considere sua produção real

Nos primeiros anos do projeto, você encontrará muitas preocupações e o maior valor em termos de VPL. Sabendo disso, decidimos considerar uma superfície de 10 anos para otimizar os primeiros 5 anos. Por uma suposição óbvia, como a superfície usada corresponde a uma década, ela conterà o intervalo do 1º ao 5º período e representará muito mais massa. No entanto, esta entrada simples pode restringir o espaço onde o algoritmo deve encontrar uma solução que possa reduzir o tempo de execução e ajudá-lo a entregar melhores resultados respeitando o conjunto de restrições dado.

Exemplo:

- Prazo (*timeframe*): anos (1).
 - o Capacidade de processamento: 10 Mt por ano.
 - o Movimento total: 40 Mt por ano.
 - o Máximo de 5000 horas de processamento por ano.
 - o Taxa vertical de avanço de 150 m por ano.
- Largura de mineração mínima (50 m) e largura inferior da cava (100 m).
- Superfície de mineração restrita: Surface002 da análise exploratória (tópico anterior).
- Teor de cobre de até 0,7%.
- Parâmetros da pilha de estoque ativados.

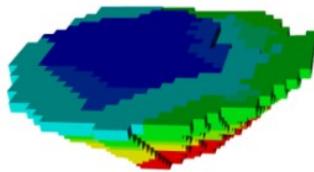


Figura 1: Sequenciamento

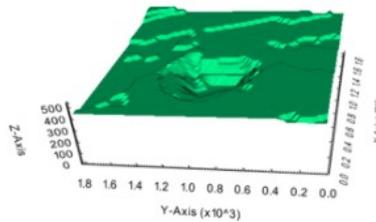


Figura 2: Superfície

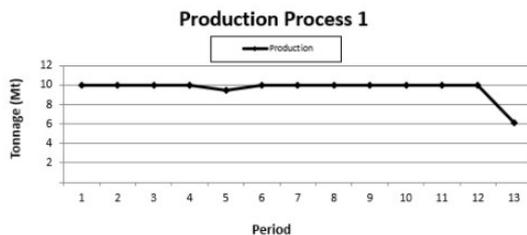


Figura 3: Resultado da produção

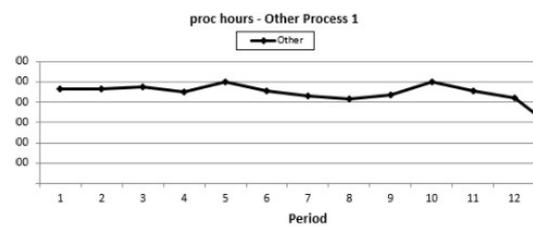


Figura 4: Tempo de processamento

From	To	Timeframe	Description	Process 1	Dump 1	Total
1	<end>	Years (1)	Each period represents 1 year of production	10,000,000	<unlimited>	40,000,000

Figura 5: Restrições de produção

Period ranges			Geometric constraint (m)			Surface mining limits	
From	To	Timeframe	Minimum mining width (MW)	Minimum bottom width (BW)	Vertical rate of advance (VR)	Force mining	Restrict mining
1	<end>	1	50	300	150	<none>	atory Analysis\Surface002.con

Figura 6: Restrições geométricas

Period ranges			Average CJ		Average AJ	
From	To	Timeframe	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
1	<end>	5	<none>	0,7	<none>	<none>

Figura 7: Restrições de média

Period ranges			Proc Hours	
From	To	Timeframe	Minimum	Maximum
1	<end>	1	<none>	5000

Figura 8: Restrições de soma

Planejamento de curto prazo

1. Integre o curto e o longo prazo

Agora que você construiu o conhecimento sobre seu projeto com base nas etapas anteriores, é hora de iniciar a integração entre o planejamento de longo e curto prazo no *MiningMath*. Ao executar o *Best Case*, as superfícies para guiar a otimização foram geradas e podem ser usadas como um guia com base no limite superior do VPL. A Análise Exploratória fornece *insights* sobre quais podem ser os desafios de nosso projeto e também *designs* operacionais que podem ser usados em etapas posteriores. Por fim, obtivemos um Cronograma detalhado utilizando, ou não, uma superfície, que poderia ser a cava final ou qualquer intermediária, como guia.

Considerando esse fluxo de trabalho, agora você pode ter informações suficientes sobre uma visão razoável de longo prazo para melhorar a aderência/conciliação de seus planos. Você pode escolher uma superfície e usá-la como superfície de força e restringir a mineração para refinar tudo dentro dela. Vale lembrar que a mineração de força (*Force Mining*) é responsável por fazer com que a mineração atinja pelo menos a superfície inserida, o que significa que todo o material dentro de seus limites deve ser extraído, respeitando os ângulos de declive, enquanto a mineração restrita (*Restrict Mining*) visa proibir a área abaixo da superfície inserida para ser lavrada até o período em que foi aplicada.

Assim, o *MiningMath* alcançará essa superfície exata no período de tempo necessário e permitirá que você teste diferentes geometrias, restrições de combinação e qualquer outra variável que possa ser necessária no planejamento de curto prazo, sem interferir na visão geral de longo prazo. Recursos adicionais úteis nesses refinamentos são os conceitos de frentes de lavra e a otimização do projeto, com base na modificação de superfícies, que pode ser feita respeitando todos os parâmetros e gerando resultados de acordo com suas necessidades.



Exemplo:

- Prazo (timeframe): Fator personalizado (0,5)
- Capacidade de processamento: 5 Mt por semestre.
- Movimento total: 20 Mt por semestre.
- Taxa vertical de avanço de 60 m por semestre.
- Largura de mineração mínima (120 m) e largura inferior da cava (100 m).
- Forçar e restringir a superfície de mineração: Surface005 da Otimização de cronograma (Tópico anterior).
- Parâmetros de pilha de estoque ativados.
- Teste ângulos de inclinação mais íngremes no curto prazo.

Period ranges		Production capacities (t)		
From	To	Process 1	Dump 1	Total
1	10	5,000,000	<unlimited>	20,000,000

Figura 1: Restrições de capacidade

Period ranges		Surface mining limits	
From	To	Force mining	Restrict mining
1	10	.../Surface005.csv	.../Surface005.csv

Figura 2: Restrições geométricas

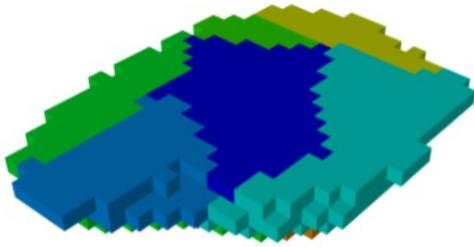


Figura 3: Blocos

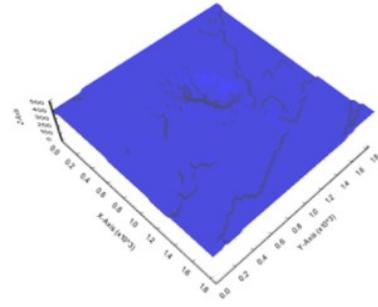


Figura 4: Superfície

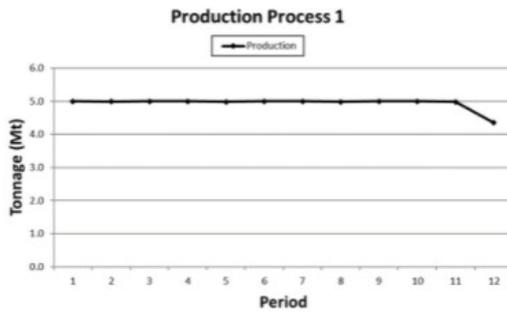


Figura 5: Produção para a usina



Figura 6: Produção pilha de estoque

Detalhes adicionais

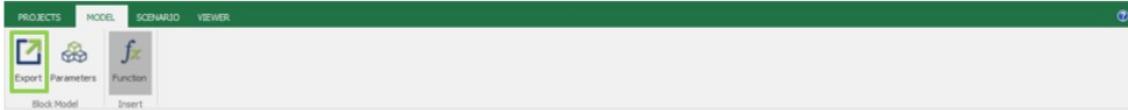
O exemplo acima usou menos restrições, as geometrias foram alteradas e o teor médio foi livre. É muito útil definir os primeiros anos com base em um cronograma semestral, que pode ajudá-lo a gerenciar estoques e quaisquer outras variáveis nos primeiros 3 anos, por exemplo. Observe que os intervalos de período no *MiningMath* não são baseados em nenhuma unidade, portanto, você deve ajustar suas variáveis de acordo com o período de tempo usado e lembrar que às vezes a taxa de desconto será uma aproximação com base em seu intervalo, uma vez que relatórios de fluxo de caixa padrão na indústria são geralmente baseados em taxas anuais para cálculos de VPL.

Quando usamos *Force + Restrict*, estamos dizendo ao otimizador para quebrar esse volume em pedaços e que ele deve minerar todo esse volume, mesmo que seja um desperdício, para que a visão de longo prazo seja respeitada. Desta forma, você continua considerando todo o depósito enquanto decide o que fazer nos primeiros períodos. A abordagem aqui é bem diferente de um conjunto de Fatores de receita para uma série de execuções de *LG / Pseudoflow*, seguidos por ajustes para encontrar resistências sem critérios de otimização matemática. Vale ressaltar que este tipo de sugestão deve ser aplicado apenas no início ou no final da vida útil da mina, uma vez que superfícies de Mineração *Force + Restrict* utilizadas em períodos intermediários podem interferir diretamente nos resultados.

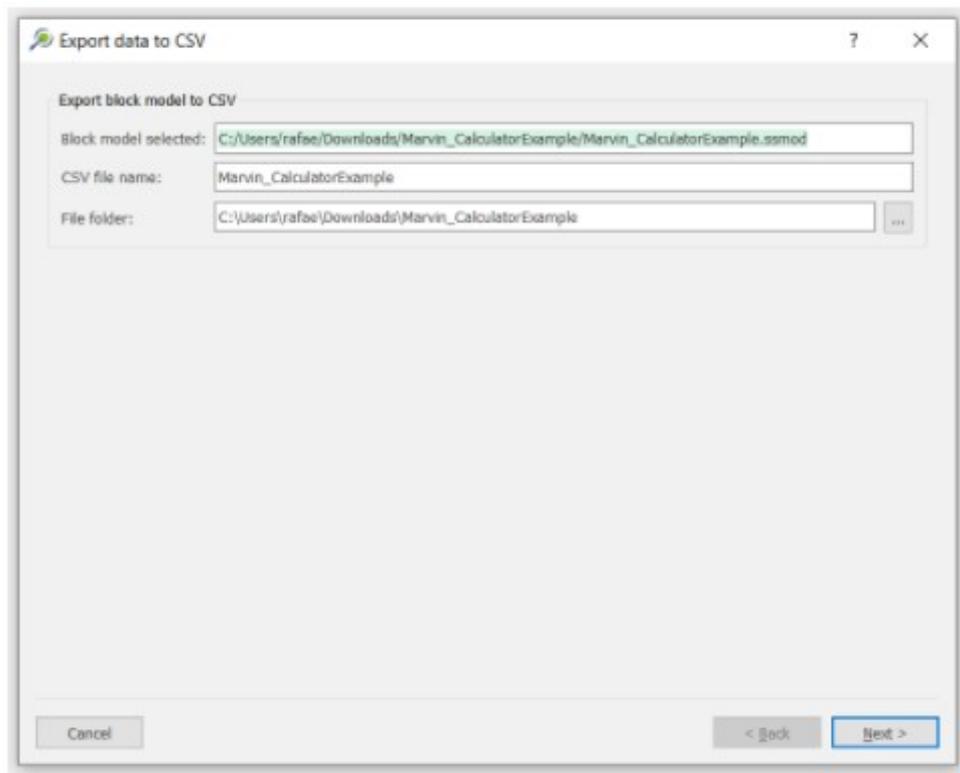
Exportando dados

Exportando o modelo

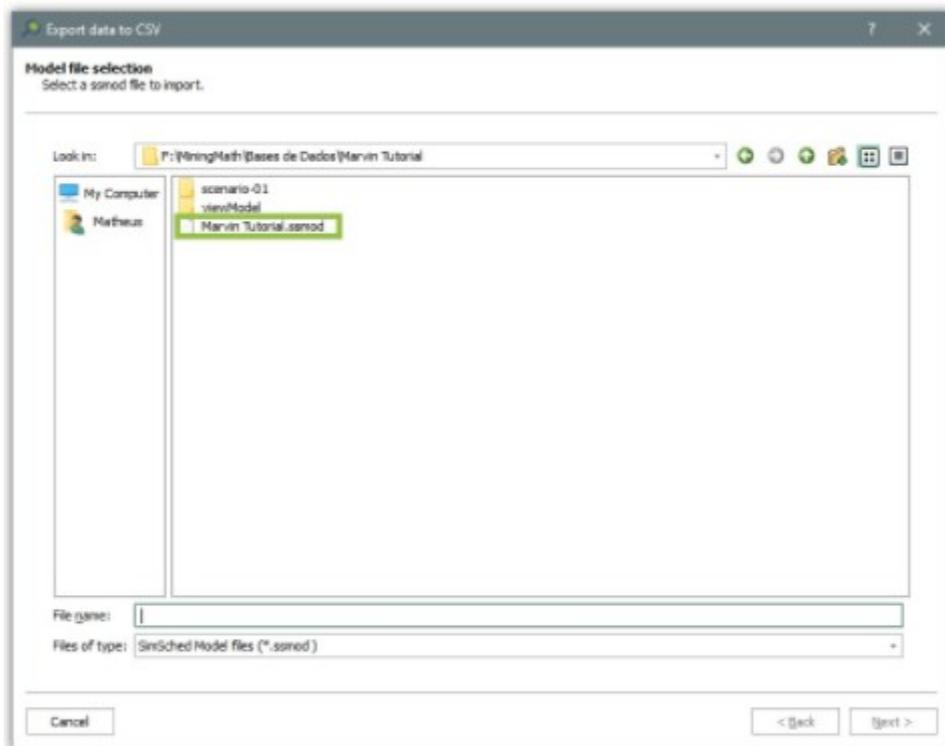
1. Selecione o botão *Export* na aba *Model*, conforme mostrado abaixo.



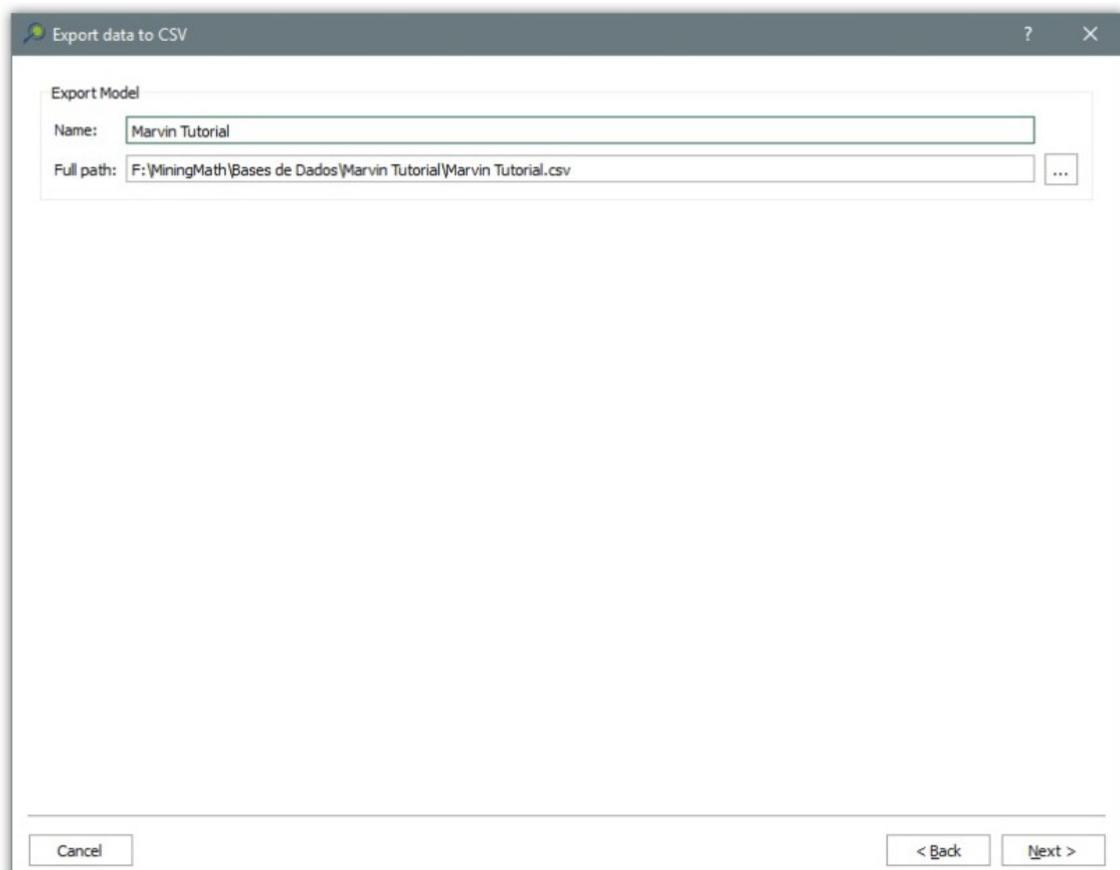
2. Clicando em *Export*, uma nova página aparecerá, permitindo ao usuário selecionar a pasta onde o modelo de bloco exportado será salvo e o nome do modelo de bloco.



2. Na janela que se abre, selecione o arquivo **.ssmod** do modelo a ser exportado, conforme ilustrado abaixo, e clique em *Next*.



3. 4. A figura a seguir mostra a próxima janela com os campos para inserir o Nome e o Caminho Completo do arquivo CSV que será exportado.
4. Clique em Next, e após carregar a exportação finalize no botão *Finish* da última janela.



Restrições de produção

1. Introdução

A guia *Production* permite ao usuário definir intervalos de período e seus limites de produção correspondentes. Esta funcionalidade permite ao usuário considerar opções como pré-decapagem, aumento de produção, variação de preços ao longo do tempo, entre outras. Vale ressaltar que a taxa de desconto do *MiningMath* já é aplicada no primeiro período. Na apresentação do treinamento nesta página, você pode verificar as fórmulas VPL usadas.

2.1 Intervalos de período

A Figura 1 apresenta um painel onde o usuário pode definir intervalos de períodos.

O recurso *Period Ranges* permite que o usuário varie as variáveis correspondentes ao longo do tempo (consulte a última seção desta página), como:

- Limites de produção
- Superfícies limitantes
- Restrições de combinação
- Outras restrições

O usuário pode editar apenas o campo *To*. Os períodos subsequentes terão seu campo *From* ajustado automaticamente.

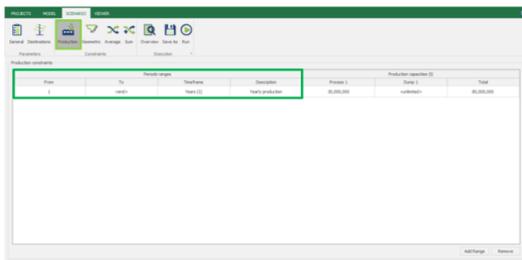


Figura 1: Intervalos de períodos

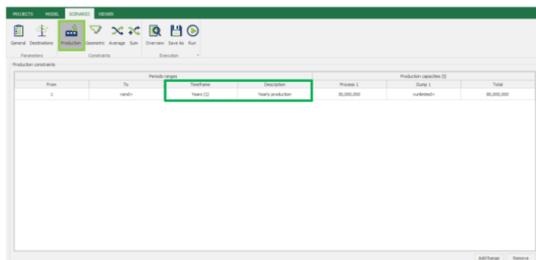


Figura 2: Prazos

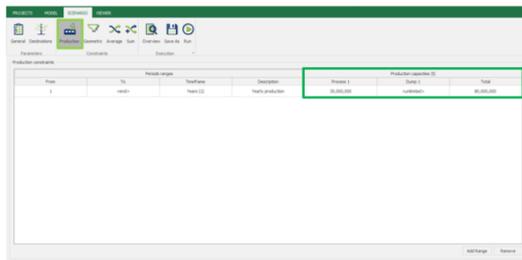


Figura 3: Limites de produção



Figura 4: Adicionar/ remover intervalos

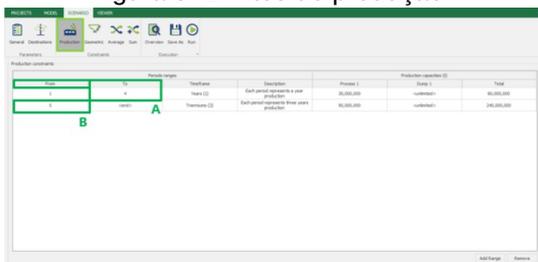


Figura 5: Múltiplos períodos

2.2 Prazos

A Figura 2 destaca o painel de *Timeframe*, onde o usuário pode escolher diferentes valores para seus projetos. Os valores são usados para fornecer um sequenciamento mais preciso e têm seus valores anexados a um cálculo de base anual. É possível selecionar um valor predefinido ou inserir um personalizado.

Neste exemplo, usamos um intervalo de tempo de 1 ano, o que significa que cada período gerado neste sequenciamento representa um ano.

2.3 Limites de Produção

A Figura 3 destaca o painel *Production Capacities* onde o usuário pode definir limites para qualquer destino adicionado.

Neste exemplo, temos os seguintes limites:

- *Process 1*: 30.000.000 t
- *Dump 1*: <unlimited>
- *Total*: 60.000.000 t

Esses limites estão sendo considerados do Período 1 até o <end> da vida da mina.

2.4 Adicionar / Remover Intervalos

A Figura 4 destaca os botões para adicionar e / ou remover intervalos (*add and/or remove interval*), que são mostrados na Figura 4.

2.5 Múltiplos períodos

A Figura 5 apresenta um exemplo onde vários períodos foram adicionados.

O usuário definiu dois intervalos de período da seguinte forma:

- *From 1 to 4*
- *From 5 to <end>*

Para a primeira faixa, o usuário clicava no campo *To* (A) e definia o valor 4. Automaticamente, o campo *From* (B) da segunda faixa, mudava para 5.

O usuário pode repetir esse processo para fragmentar a vida útil da mina e alterar os parâmetros ao longo do tempo, tanto quanto necessário. Neste exemplo, os limites de produção aumentaram 100% para o Processo 1 e 50% no Total do Período 5.

Nota:

O exemplo da Figura 2 mostra que o usuário não precisa definir um limite explícito para todos os destinos disponíveis. Nesse caso, o *Dump 1* tem um limite superior <unlimited>. Isso significa que o *MiningMath* terá flexibilidade suficiente para reduzir o rendimento do processo e aumentar as toneladas de estéril até o limite Total - sempre que encontrar uma solução que aumente o VPL do projeto. Para usuários que desejam ter mais controle e reduzir essa flexibilidade, basta definir um limite para cada destino.

[Voltar](#)

Opção de função

1. A calculadora

Este recurso permite ao usuário manipular seu projeto dentro do *MiningMath*, possibilitando ajustes e criação de novos campos. A Figura 1 mostra uma visão geral da calculadora. Do lado esquerdo temos os parâmetros do bloco e do lado direito a própria calculadora, onde o cálculo pode ser feito.

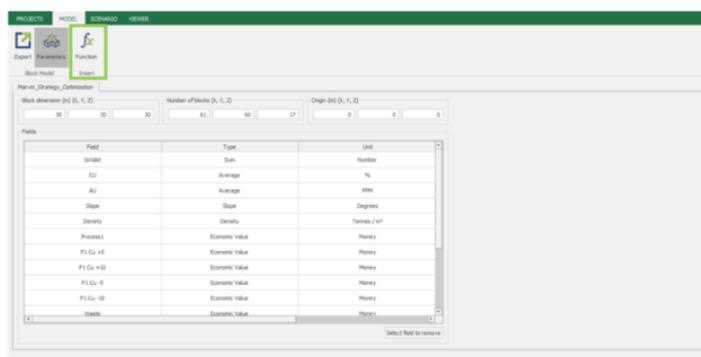


Figura 1: Calculadora

Para manipular a calculadora basta inserir um nome para o novo campo, selecionar o tipo de campo (para saber mais sobre os tipos de campos acesse este [link](#)), e construir sua expressão. No caso de uma expressão mais complexa, basta marcar o campo “*Logical test*” para habilitar os recursos condicionais.

- + : Adição
- : Subtração
- * : Multiplicação
- / : Divisão
- % : Módulo
- ** : Exponencial
- // : Divisão inteira

2. Abordagem prática

Para facilitar o entendimento, vamos trabalhar em alguns exemplos:

Primeiro, um mais genérica com uma expressão matemática (Figura 2) e como ela pode ser escrita na calculadora do *MiningMath* (Figura 3):

$$x^2 * \left(\frac{y}{2} - 1\right)$$

Figura 2: Expressão matemática

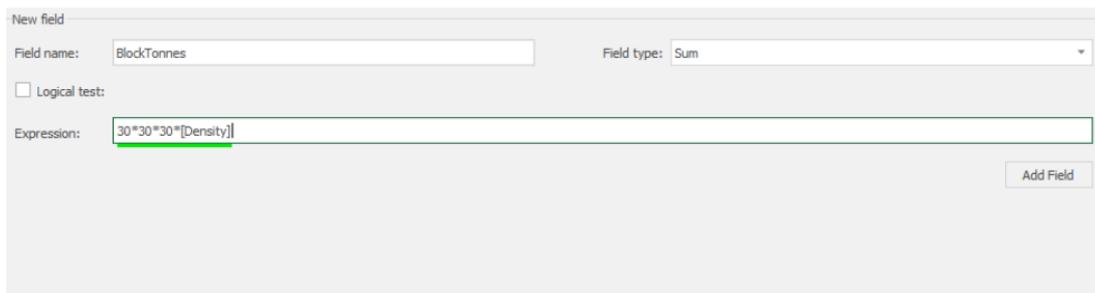
$$(x**2) * ((y/2)-1)$$

Figura 3: Expressão matemática escrita na calculadora do *MiningMath*

Agora mais exemplos dentro do programa.

1.1 Adicionando um campo sem expressão lógica

Usando um exemplo do cálculo do Valor Econômico no *Marvin*, vamos adicionar um campo *Block Tonnes*, conforme a figura 4:



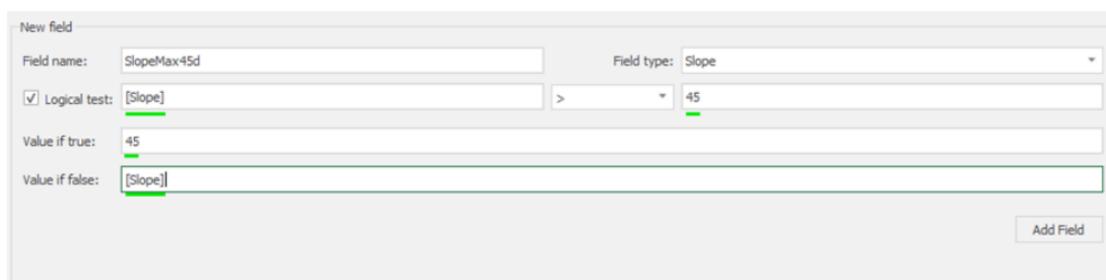
The screenshot shows a 'New field' dialog box. It has a 'Field name' field containing 'BlockTonnes' and a 'Field type' dropdown menu set to 'Sum'. Below these is a checkbox for 'Logical test' which is unchecked. The 'Expression' field contains the formula '30*30*30*[Density]'. A green underline is visible under the first '30' in the expression. An 'Add Field' button is located at the bottom right of the dialog.

Figura 4: Adicionando um novo campo

2.2 Adicionando um campo com uma expressão lógica

Mais uma vez, usando o modelo de blocos de *Marvin*, vamos supor que queremos um ângulo de inclinação máximo de 45 graus.

Primeiramente, nomeamos nosso campo, neste caso, será “**SlopeMax45d**”, selecione o tipo de campo como “*Slope*” e marque a caixa *Logical test*. A seguir, selecione com um duplo clique o campo *Slope* e ele já colocado na expressão. O próximo passo é selecionar o operador, como queremos um máximo de 45 graus, escolhemos o operador “>” e inserimos o valor 45 na caixa de texto. Se o valor for verdadeiro, ou seja, se este valor for maior que 45 ele agora terá o valor 45 atribuído a ele. Se o valor for falso, ou seja, inferior a 45, ele manterá seu valor. A Figura 5 mostra este cálculo:



The screenshot shows a 'New field' dialog box. The 'Field name' is 'SlopeMax45d' and the 'Field type' is 'Slope'. The 'Logical test' checkbox is checked. The 'Expression' field contains '[Slope] > 45'. The 'Value if true' field contains '45' and the 'Value if false' field contains '[Slope]'. Green underlines are visible under the first '[Slope]' and the '45'. An 'Add Field' button is at the bottom right.

Figura 5: Expressão de teste lógico

Durante a construção da expressão, linhas verdes ou vermelhas irão sublinhando-o, destacando as partes corretas e as que precisam de ajustes para ficarem corretas. Quando estiver tudo pronto, basta clicar em “*Add field*” e este novo campo estará disponível para uso no projeto em suas atribuições de tipo de campo correto. Caso o usuário precise deletar algum campo, basta acessar a opção dos parâmetros, selecionar e deletar.

Teor de corte

1. Visão geral do teor de corte global

O conceito de teor de corte foi concebido para delinear o que é minério e estéril, considerando a vida útil da mina. Normalmente, suposições manuais são feitas para pré-definir o que deve ser considerado minério ou não, ao usar as metodologias LG ou *Pseudoflow*. Essas abordagens não consideram o valor do dinheiro ao longo do tempo no processo de tomada de decisão, o que poderia gerar uma sequência de mineração totalmente diferente devido às escolhas do que e quando deveria ser minerado. Outro desafio que se enfrenta no planejamento de projetos que envolvam destinos múltiplos, restrições de blendagem, áreas de mineração restritas e todas as complexidades presentes em uma real otimização global.



O *MiningMath* não tem premissas predefinidas para identificar o teor de corte, que é baseado em uma otimização matemática considerando um fluxo de caixa descontado, respeitando a capacidade de produção, restrições de blendagem, avanços verticais, larguras e qualquer outra premissa. Outro aspecto importante a esse respeito é que a metodologia SDB não é limitada por cavas fixas, *pushbacks* ou fases. Em vez disso, a sequência de mineração é uma saída otimizada, que é uma consequência de cada conjunto de parâmetros usados, permitindo mais flexibilidade para encontrar soluções completamente novas. As vantagens dessas diferenças são ainda mais evidentes para casos mais complexos com múltiplos destinos, ou restrições complexas que poderiam ser negligenciadas, ocultando oportunidades.



Como o algoritmo aqui não possui nomeações manuais de destinos, ele sempre envia os blocos menos valiosos para o estéril (*dump*), considerando o conjunto de restrições impostas, o que significa que o *MiningMath* tenta cumprir com todas as restrições inseridas, respeitando esta ordem de prioridade, para definir um corte otimizado que pode atender a todos os requisitos e aumentar o VPL como consequência de uma otimização global. Enquanto isso, os blocos que têm valores positivos quando processados também podem ser descartados para aumentar o VPL com base no valor econômico mínimo (corte do valor econômico). Cenários sem política de pilha de estoque poderiam ter valores positivos ainda maiores indo para a pilha de estéril, uma vez que não têm outra destinação. Considerando esses exemplos, o *MiningMath* pode fornecer resultados bastante diferentes do que você esperava de suas suposições anteriores. No entanto, você também pode se aproximar, tanto quanto desejar, de qualquer solução usando as abordagens sugeridas a seguir.



2. Forçando um teor de corte

Forçar um teor de corte no *MiningMath* provavelmente fará você perder parte das vantagens que ele pode oferecer. No entanto, por muitas razões, os profissionais de mineração ainda podem estar dispostos a fazer para comparar diferentes abordagens, para entender os efeitos práticos de usá-lo, ou não, etc. As abordagens mencionadas também podem ser usadas para proibir qualquer tipo de material na planta, e a utilização do item 2.1. poderia até reduzir a complexidade do algoritmo, uma vez que poderia usar menos restrições para lidar com ele.

2.1 Usando Valores Econômicos

Você pode criar várias colunas de valores econômicos, cada uma para um corte que deseja testar. Em seguida, force o *MiningMath* a usar esse limite definindo valores muito negativos para o destino que você deseja evitar, conforme mostrado na Figura 2, para um corte de 0,5. A matemática é:

Valor econômico do processo = Se [Teor_Minério] > [0,5], então [f (Valor Econômico)], caso contrário [-999.999.999,00]

Teor de corte a ser forçado:		0.5		
Bloco	Teor_Minério	VEB_Processo	VEB_Estéril	
1	0.32	- 999,999,999.00	f (Valor Econômico)	
2	0.43	- 999,999,999.00	f (Valor Econômico)	
3	0.53	f (Valor Econômico)	- 999,999,999.00	
4	0.58	f (Valor Econômico)	- 999,999,999.00	
...	

Figura 2: Configuração do modelo de bloco para incorporar o teor de corte quando se está definindo os valores econômicos.

2.2 Usando a aba Average

Os teores no *MiningMath* são controlados como um cálculo médio do mínimo e/ou máximo, o que significa que esses limites não representam valores de corte, pois o algoritmo pode usar valores mais baixos para combinar com os mais altos. Assim, para usar essa abordagem, basta definir um valor muito negativo nos teores abaixo do teor de corte para que esses blocos reduzam substancialmente a média quando processados. Também pode funcionar para restringir um limite máximo de contaminante, adicionando um alto teor nele, como pode ser visto na Figura 3. Mais uma vez, a matemática é:

Teor_minério1 = Se [Teor_Minério] < [0,5], então [-999.999.999,00], caso contrário [Teor_Minério]

Teor de corte a ser forçado:		0.5		
Bloco	Teor_Minério	Teor_Minério_1	VEB_Processo	VEB_Estéril
1	0.32	- 999,999,999.00	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)
2	0.43	- 999,999,999.00	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)
3	0.53	0.53	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)
4	0.58	0.53	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)
...

Figura 3: Configuração do modelo de bloco para incorporar o teor de corte usando médias

2.3 Usando a aba Sum

Outra opção é usar a aba de soma para controlar os tipos de materiais. Portanto, seria necessário criar um campo para calcular apenas a massa dos blocos de estéril e definir a restrição do limite máximo do mesmo na planta como zero, como pode ser visto na Figura 4. Vale ressaltar que esta abordagem poderia aumentar a complexidade da otimização devido à ordem de prioridade dentro do algoritmo.

Tonelagem_Estéril = Se [Teor_Minério] <[0,5], então [Volume * densidade], caso contrário [0]

Teor de corte a ser forçado:		0.5		
Bloco	Teor_Minério	VEB_Processo	VEB_Estéril	Tonelagem_Estéril
1	0.32	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)	74,790.00
2	0.43	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)	47,790.00
3	0.53	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)	0
4	0.58	f (Valor Econômico)	f (Valor Econômico)	0
***	***	***	***	***

Figura 4: Configuração do modelo de bloco usando a aba *Sum*

3. Compreendendo os resultados

O arquivo de blocos minerados (*Mined Blocks*), como visto na Figura 5, é a saída principal para rastrear os blocos de cada destino, para entender os resultados e para encontrar a melhor maneira de aprimorar seu relatório com base em qualquer detalhe que você deseja divulgar. Existem muitas dicas úteis para identificar e compreender os resultados gerados, algumas delas estão listadas abaixo:

- Filtre os resultados em que o período extraído é igual ao período processado. Verifique os valores econômicos de processo dos blocos que foram processados, identifique o menor (que significa o valor de corte na planta) e compare com o maior valor econômico de processamento daqueles que foram para a pilha de estéril.
- Calcule o teor médio de qualquer material que apareça com o mesmo valor nas colunas *Period mined* e *Period processed*, ou seja, que foi lavrado e processado no mesmo período. Verifique se os blocos que vão para a pilha de estéril estariam ultrapassando algum limite da usina, caso afirmativo, mesmo tendo bons valores econômicos, não estariam contemplando as restrições vigentes.

Para resumir, há muitas validações que podem ser feitas para entender por que o algoritmo está tomando tais decisões. Vale ressaltar também que qualquer restrição pode influenciar os resultados, mesmo os geométricos, que podem alterar a sequência e alterar o destino do bloco a qualquer momento.

D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
X	Y	Z	Mined	Period	Period	Destinations	Grade_Cut_%	Grade_All_zones	Value	Sarcóf	Gravity	Slope	process	p1 cu +5	p1 cu +10	p1 cu -5	p1 cu -10	water
705	705	15	1	R	R	1	0.78350	0.845004	705020	2.6537	50	705020	705020	008113	005004	030400	04400.0	
715	705	15	1	R	R	1	0.701289	0.780108	627884	2.686204	44	627884	667175	710007	577012	530800	-05000	
705	705	15	1	R	R	1	0.717380	0.763005	615019	2.72000	45	630019	653016	729316	580223	547923	-00050	
675	705	15	1	R	R	1	0.430040	0.520001	111300	2.82000	45	111300	130004	103002	04120.0	50000.7	-03001.1	
705	705	15	1	R	R	1	0.672965	0.780007	590405	2.65	40	590405	628007	671013	540000	505700	-04000	
735	705	15	1	R	R	1	0.607017	0.780000	538271	2.65	40	538271	570402	614716	500000	461828	-04000	
700	705	15	1	R	R	1	0.667070	0.790703	583004	2.6537	50	583004	627404	660470	543204	501211	-04000.0	
795	705	15	1	R	R	1	0.650000	0.801500	536000	2.60000	40	536000	570076	610017	490002	052600	-05200.0	
825	705	15	1	R	R	1	0.639000	0.643914	500000	2.70100	40	500000	540522	590000	400007	423000	-00000.1	
675	705	15	1	R	R	1	0.718888	0.778789	417972	2.58020	44	417972	462047	507323	373296	330621	-02431	
705	705	15	1	R	R	1	0.688000	0.721111	571711	2.65445	43	571711	615116	654001	520276	480401	-04500.1	
730	705	15	1	R	R	1	0.570420	0.780100	510000	2.65	40	510000	552002	587000	470100	443001	-04000	
700	705	15	1	R	R	1	0.589000	0.600107	454102	2.60	45	454102	493004	539000	410000	381000	-04000	
795	705	15	1	R	R	1	0.67	0.519020	453015	2.65	45	453015	494001	530007	430020	360001	-04000	
805	705	15	1	R	R	1	0.700000	0.610000	570000	2.67000	47	570000	610000	650770	520007	470004	-05100	
805	705	15	1	R	R	1	0.550700	0.590004	390000	2.54000	40	390000	340000	270000	270000	230000	-00000.0	
880	705	15	1	R	R	1	0.443000	0.500741	181015	2.75	48	181015	192000	225007	130000	100074	-00020	
845	705	15	1	R	R	1	0.662000	0.720000	133000	2.60100	43	133000	150000	170000	100000	70000.0	-00000	
675	705	15	1	R	R	1	1.81000	0.380074	191000	2.52000	44	191000	401000	714417	513000	430007	-05100	
705	705	15	1	R	R	1	1.03000	0.567000	281407	2.67555	46	281407	304000	319000	234007	160000	-04000.0	
735	705	15	1	R	R	1	0.678000	0.737000	570000	2.65445	42	570000	613700	660000	520000	480000	-04000.0	
705	705	15	1	R	R	1	0.640100	0.690000	423007	2.65	43	423007	464000	505000	380000	340000	-04000	
795	705	15	1	R	R	1	0.610000	0.610000	360007	2.65	45	360007	400000	440000	320007	280000	-04000	
825	705	15	1	R	R	1	0.757100	0.500000	514000	2.6537	43	514000	563000	605000	460000	410000	-04000.0	
850	705	15	1	R	R	1	0.605000	0.680700	418000	2.60500	42	418000	450000	490001	372000	330007	-05700.1	
845	805	15	1	R	R	1	0.390000	0.440000	191007	2.59111	42	191007	190000	190000	80071.0	-00000		
675	805	15	1	R	R	1	0.770100	0.660100	191000	2.57000	43	191000	200000	210000	100000	100000	-00000	
705	805	15	1	R	R	1	0.733700	0.600000	650000	2.60	48	650000	700000	750000	610000	560000	-05100	
735	805	15	1	R	R	1	0.760000	0.777000	600000	2.67000	47	600000	650000	700000	550000	500000	-05000.0	
700	805	15	1	R	R	1	0.720000	0.520000	500000	2.65000	43	500000	550000	600000	450000	400000	-05000.0	
795	805	15	1	R	R	1	0.520000	0.620000	140000	2.65	46	140000	150000	160000	70000	60000	-04000	
825	805	15	1	R	R	1	0.660000	0.530000	450000	2.65	44	450000	490000	530000	410000	360000	-04000	

Figura 5: Arquivo de saída *Mined blocks*

Validando Valores

1. Conceito básico

O *MiningMath* depende das restrições do seu projeto e dos Valores Econômicos para tomar suas decisões. Visando maximizar o VPL, o algoritmo definirá os destinos para envio dos blocos em relação a todos os parâmetros impostos.

1.1. Blocos de minério

Um bloco de minério geralmente tem um valor econômico maior/ menos negativo para o processo do que para a pilha de estéril. Se esse bloco for extraído, neste caso, deve ser enviado para processamento.

1.2. Blocos de Estéril

Um bloco de estéril teria um valor econômico menor / mais negativo para a pilha de estéril do que para o processo. Portanto, se minerado, este bloco deve ser enviado para a pilha de estéril.



Resumindo, o *MiningMath* entende que um bloco de minério deve ser processado porque respeita todas as restrições inseridas, com base na seguinte hierarquia, e aumenta a receita. Por outro lado, um bloco de estéril é descartado, caso desrespeite quaisquer restrições e não aumente o VPL considerando uma visão de otimização global.

2. Valores Mínimos e Máximos

Durante a importação, um *pop-up* apresentará os valores mínimo e máximo para cada campo importado, conforme mostrado nas Figuras 1 a 6. Esta tela pode passar despercebida, mas contém informações importantes para confirmar que tudo está como deveria. Agora, vamos nos concentrar em sua importância para identificar possíveis erros em relação aos Valores Econômicos.

As seguintes situações envolvendo Mínimo/ Máximo devem ser revisadas em suas funções e filtros:

O valor econômico mínimo no processo é maior do que o valor máximo para o estéril, o que significa que mesmo o bloco menos lucrativo vale mais quando está sendo processado do que indo para o estéril. Portanto, neste caso, todos os blocos podem ser processados, como mostrado na Figura 1.

O valor econômico máximo para o processo é inferior ao valor mínimo para o estéril da Figura 2. Ou seja, todos os blocos podem ser descartados neste caso.

O valor máximo do processo é bem pequeno. O caso da Figura 3 mostra que mesmo os blocos mais lucrativos podem não gerar receita suficiente quando processados.

O valor econômico mínimo para o processo é bastante próximo do mínimo para o estéril, o que significa que o envio desses blocos para a pilha de estéril pode gerar resultados semelhantes ao do processamento, como visto na Figura 4.

O valor econômico máximo para o estéril é positivo. Isso significa que mesmo os blocos de estéril podem gerar lucro se forem descartados, como pode ser visto na Figura 5.

Os valores econômicos são iguais para Processo e Pilha de estéril, como na Figura 6, o que significa que processar ou descartar o bloco teria o mesmo resultado. Uma vez que processar estéril é geralmente mais caro do que processar minério, pode não valer a pena.

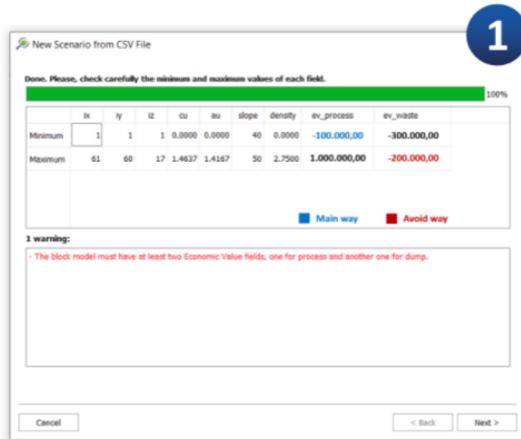


Figura 1: O valor mínimo do processo é maior que o valor máximo do estéril

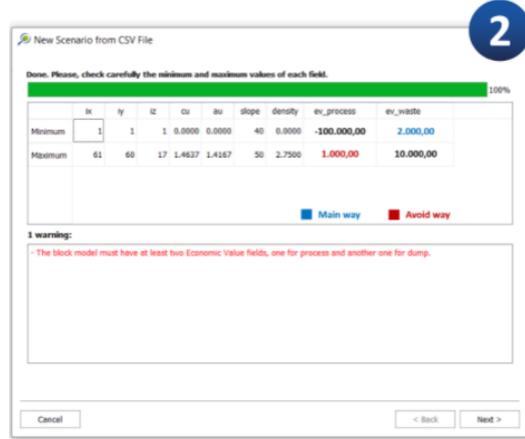


Figura 2: O valor máximo para o processo é inferior ao valor mínimo para o estéril.

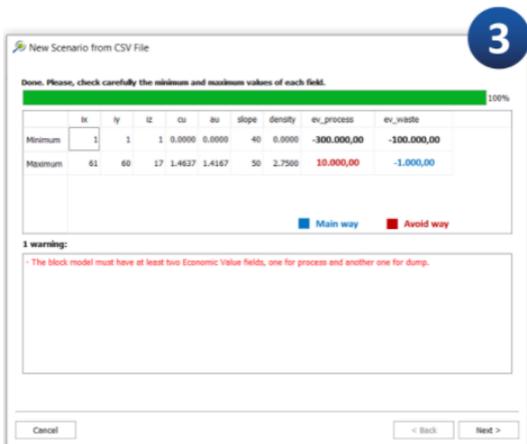


Figura 3: O valor máximo do processo é bem pequeno.

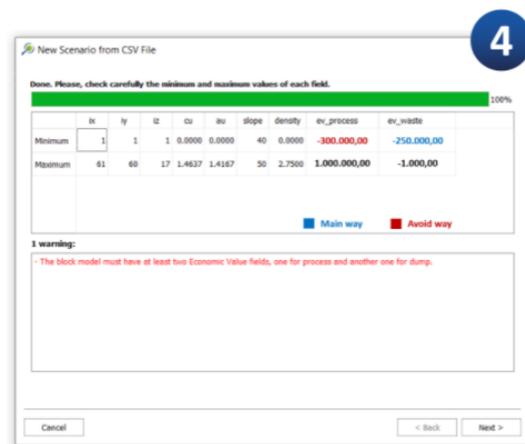


Figura 4: O valor mínimo para o processo está bastante próximo do mínimo do estéril.

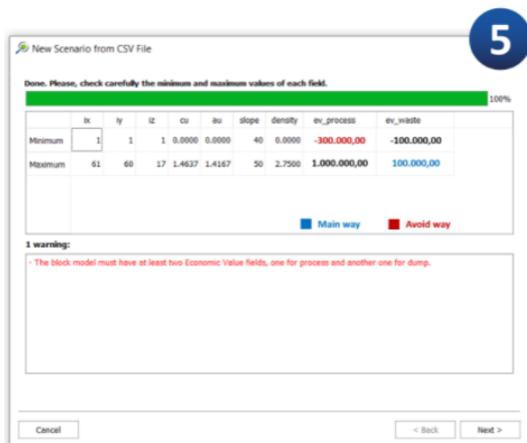


Figura 5: O valor máximo para o estéril é positivo.

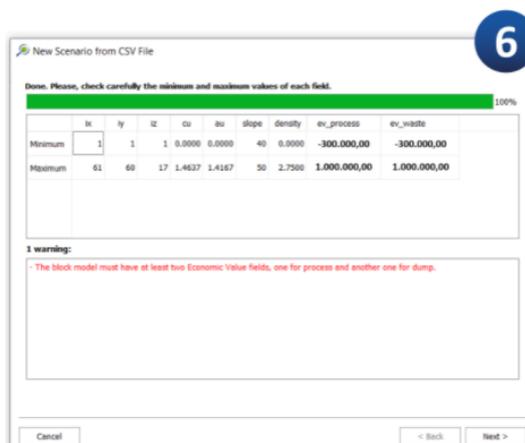


Figura 6: Os valores são iguais para processo e estéril.

Essas são muitas das validações que podem ser feitas apenas analisando-as cuidadosamente. Porém, algumas dessas premissas podem não refletir a realidade do seu projeto, por isso o processo de validação visual mencionado no último item desta página é tão importante.

[Voltar](#)

Problemas comuns

1. Entenda a estrutura

Esta página é constantemente atualizada com base nos principais problemas enfrentados pelos usuários do *MiningMath*. A ideia principal aqui é percorrer todas as páginas do tutorial mencionando os principais problemas que puderam ser resolvidos no passo em que você estava.

1.1 Iniciar

Os principais problemas enfrentados aqui são baseados nos Requisitos do Sistema, mostrados no Aviso de Erro, que muitas vezes são esquecidos. Tente verificá-los novamente. [\(link que leva a página dos requisitos do sistema\)](#)

Houve melhorias na importação e exportação de coordenadas após a versão 2.0, que foram necessárias devido à implementação do visualizador. Portanto, se você executou algo em versões anteriores, é necessário importar seu modelo de bloco e executá-lo novamente na versão atual, disponível [aqui.](#) [\(link que leva a página para solicitar a licença\)](#)



Aviso de erro

Outro problema comum está relacionado ao Sistema de Licenciamento. O *MiningMath* depende da ativação *online* com base na conexão com a Internet ou por meio de um código de identificação do seu *hardware* como uma contingência. Portanto, você pode solucionar seu problema entendendo as principais informações divulgadas na "tela de licenciamento", do Erro de Licenciamento, na seguinte ordem:

1. Identifique o número / mensagem do seu erro.
2. Obtenha seu código de identificação de *hardware* (ID do *host*), pelas duas opções a seguir:
 - Copie o texto divulgado em "Informations for support", se estiver à sua disposição.
 - Execute o procedimento abaixo, explicado neste [vídeo](#). https://www.youtube.com/watch?v=CI_UGT05X-U
 - 1) Baixe o arquivo, disponível [aqui](#), e coloque-o em sua área de trabalho. https://drive.google.com/file/d/0B-i_aAT9PcmXalQzaVU4dGNqcVE/view
 - 2) Pressione a tecla *Windows* + *R*.
 - 3) Digite *cmd* e pressione *Enter*.
 - 4) Digite o código `cd c:\Users\<SEU NOME DE USUÁRIO>\Desktop` e pressione *Enter*.
 - 5) Digite o código `rlmutil rlmhostid -q -32` e pressione *Enter*.
 - 6) Copie o texto divulgado.
3. Envie-nos o número / mensagem do erro gerado e a identificação (*Host ID*) preenchendo este formulário.



Erro de licença

1.2 Erro -3001:

Erro de licença: It's not possible to find license directory (-3001).

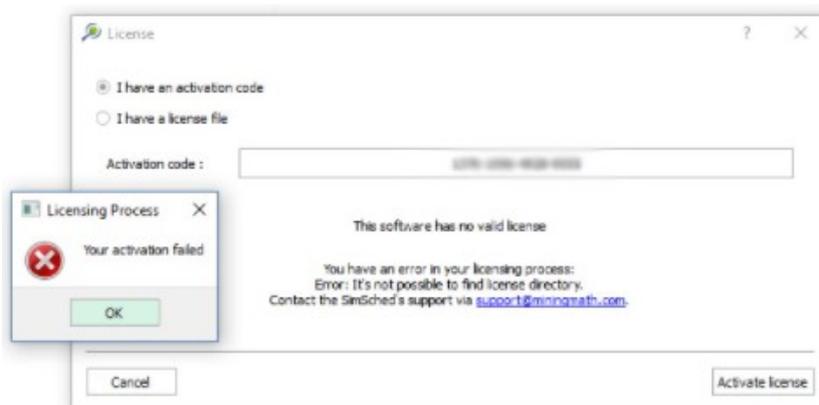
O erro -3001 já é conhecido e estamos trabalhando nisso. Resumindo, isso acontece porque o *MiningMath* não é capaz de criar a pasta de licença e/ou criar o arquivo de licença no local apropriado.

Opção 1

- Fechar o *MiningMath*
- Abra-os novamente e reative sua licença.

Opção 2

- Vá para C:\Users\%USERNAME%\Appdata\Local.
- Lá, você precisará criar uma pasta chamada "*MiningMath Software*" (sem aspas).
- Em seguida, você precisará criar outra (dentro dele) chamado "*MiningMath*" (sem aspas).
- Ative o *MiningMath* novamente.
- Caso você já tenha essas pastas configuradas, prossiga com a Opção 3.
-



Opção 3

- Pressione a tecla Windows + R.
- Digite cmd e pressione Enter.
- Copie o seguinte texto setx miningmath_LICENSE "%USERNAME%\AppData\Local\MiningMath\MiningMath" (com aspas).
- No cmd, clique com o botão direito do mouse, clique em colar e, por fim, pressione enter.
- Feche o *MiningMath* e abra novamente.
- Ative o *MiningMath* novamente.

NOTA: O procedimento de revogação de licença, disponível apenas em licenças comerciais, foi iniciado após a versão v2.0.24. Portanto, certifique-se de ter uma versão atualizada antes de revogá-la em seu computador e ativá-la em outro.

2. Pratique primeiro, 3. Otimizando cenários, 4. Árvores de decisão, 5. Teoria subjacente, 6. Visão geral da interface

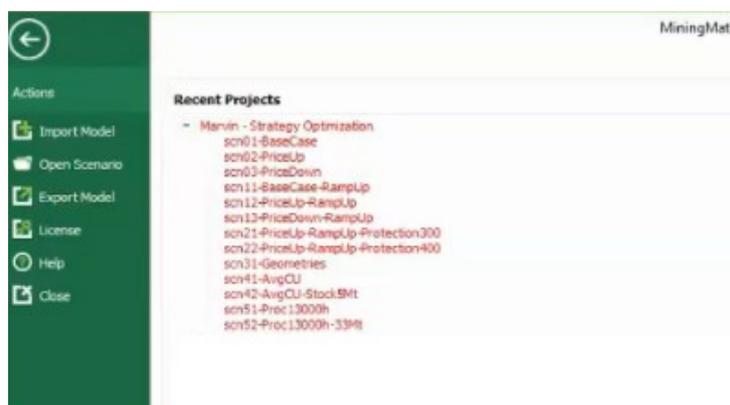
Os cenários predefinidos com depósito Marvin geralmente podem aparecer com avisos vermelhos. Isso significa que dentro do processo de instalação, o *MiningMath* não conseguiu encontrar uma pasta para colocá-lo. Portanto, para executá-lo basta clicar em um cenário, escolher onde os arquivos devem estar e salvá-los. É importante citar que o modelo de blocos Marvin está divulgado no link abaixo, portanto, se o perdeu ou deseja importá-lo novamente, fique à vontade para fazê-lo.

[BAIXAR DEPÓSITO MARVIN](#)

Ao executar os cenários predefinidos, você já pode enfrentar alguns erros que acontecem quando o *MiningMath* tenta se comunicar com o *Excel* e falha. Isso acontece porque há janelas adicionais (como uma tela de *login*, uma falha de ativação, etc.) sendo abertas antes da planilha, o que está interferindo na geração de relatórios do *MiningMath*.

Para descobrir, feche completamente as janelas do *Excel* e abra novamente. Se aparecer uma janela adicional, antes da planilha, tente resolver o que esta mensagem pede para corrigir.

Se você tem mais de uma versão do *Excel* instalada ou não é possível usar por falta de licença, é recomendável desinstalar e usar outra plataforma, para abrir os relatórios .csv gerados e fazer seus próprios relatórios.



7. Formatando o modelo de blocos

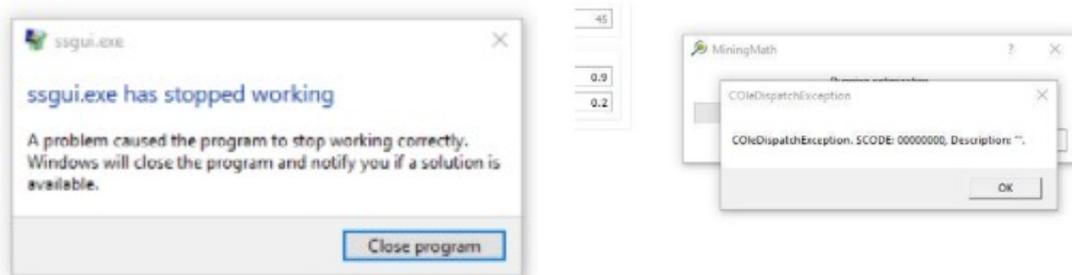
O foco principal aqui são os requisitos. Preste atenção aos nomes dos cabeçalhos, que devem ser curtos (menos de 13 caracteres) sem símbolos especiais *. Esta recomendação de nomenclatura também se aplica ao nome de pastas e arquivos. Além disso, evite um grande número de subpastas para colocar seus arquivos, que podem interferir no visualizador durante o carregamento.

O formato dos dados também é um problema comum, lembre-se sempre de remover os blocos de ar, que também podem ser verificados no visualizador. Observe que um arquivo CSV (Valores separados por vírgula), geralmente contém apenas uma coluna * com todas as informações, quando é aberto no *Excel*. Portanto, se você estiver enfrentando problemas para

importá-lo, verifique se ele tem um formato semelhante ao Marvin_Strategy_Optimization.csv divulgado no processo de instalação.

* Alguns Pacotes de Mineração exportam dados com letras e valores entre aspas (""), verifique se este tipo de formato está interferindo no processo de importação.

** Se você precisar unir colunas, uma dica útil usada no Excel é a fórmula: = A1 & "," & B1 & "," & C1

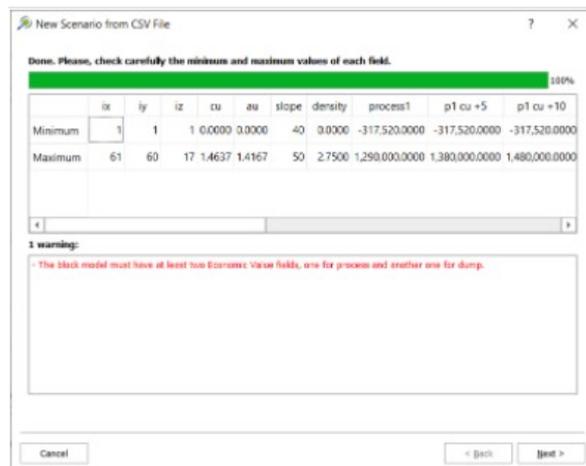


Passe por esta sequência de figuras para identificar seu aviso.

8. Valores Econômicos

O cálculo do valor econômico é um dos procedimentos mais importantes do *MiningMath*. Qualquer erro na fórmula pode causar resultados incompatíveis e até mesmo aumentar a complexidade e o tempo de execução com base em suposições erradas que poderiam ser feitas com base nesses valores.

As principais validações nesta etapa poderiam ser feitas avaliando os valores mínimo e máximo, conforme [aqui mencionados](#), e a validação visual antes de executá-la, conforme explicado [nesta página](#).



Exemplo formatado

A figura ao lado fornece um exemplo de um modelo de blocos preparado e pronto para ser importado para o *MiningMath* usando o modelo de bloco Marvin - com base nos dados disponíveis no repositório MineLib1.

Os campos opcionais dentro do modelo de bloco estão listados abaixo:

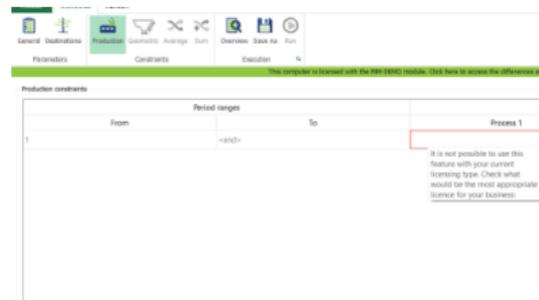
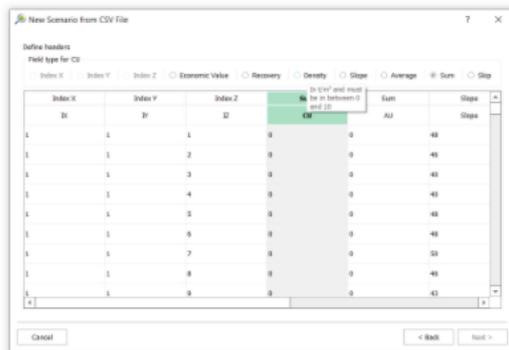
- Densidade (t/m^3).
- Ângulo de inclinação (graus).
- Recuperações metalúrgicas (valores de 0 a 1).

	A	B	C	D
1	IX,IY,IZ,CU,AU,Slope,Density,EV Process,EV Waste			
2	1,1,1,0,0,48,2.26667,-299880,-55080.1			
3	1,1,2,0,0,46,2.26667,-299880,-55080.1			
4	1,1,3,0,0,40,2.26667,-299880,-55080.1			
5	1,1,4,0,0,40,2.26667,-299880,-55080.1			
6	1,1,5,0,0,48,2.26667,-299880,-55080.1			
7	1,1,6,0,0,48,2.26667,-299880,-55080.1			
8	1,1,7,0,0,50,2.26667,-299880,-55080.1			
9	1,1,8,0,0,46,2.26667,-299880,-55080.1			
10	1,1,9,0,0,43,2.26667,-299880,-55080.1			
11	1,1,10,0,0,41,2.26667,-299880,-55080.1			
12	1,1,11,0,0,46,2.26667,-299880,-55080.1			
13	1,1,12,0,0,47,2.26667,-299880,-55080.1			

9. Importando Dados

Há muitos relatórios provenientes desta página, o primeiro truque aqui é verificar as dicas de ferramentas quando surgir alguma dúvida. Um problema comum ocorre quando atribuímos as variáveis ao tipo de campo errado. O segundo erro mais comum ocorre quando esquecemos de colocar a origem de acordo com os Pacotes de Mineração usados anteriormente, o que gera superfícies totalmente desconectadas de seus dados originais. Para resolver esses problemas, basta importar seu modelo de bloco novamente. O último está relacionado ao botão "Next" que pode ser explicado aqui.

Se você está trabalhando com o depósito Marvin junto com a licença MM-DEMO, fique atento que a inclusão de novos campos é permitida, desde que não haja inclusão ou exclusão de blocos no arquivo, e que os campos *SLOPE*, *DENSITY*, e *INDEX* ou *COORDINATES* não sejam modificados. A mensagem de erro exibida ao lado ocorre quando modificações são detectadas na estrutura básica do depósito Marvin padrão. Portanto, utilize o arquivo CSV original divulgado no item 2 desta página.



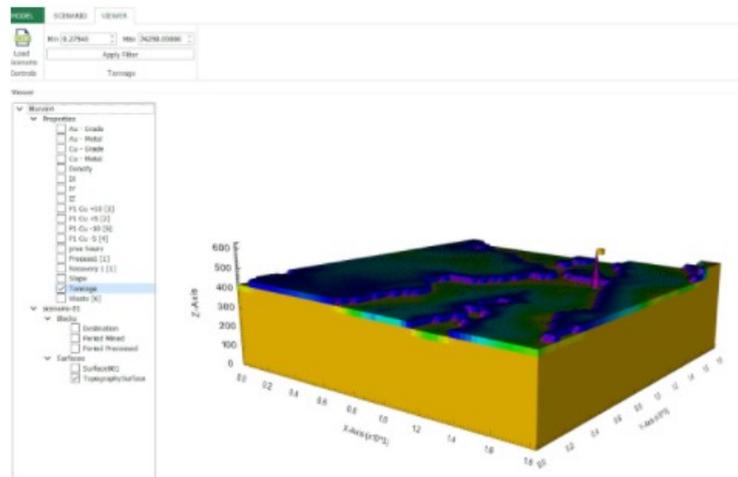
Passa por esta sequência de figuras para identificar seu aviso.

10. Validação de dados

Nesta etapa, a questão principal deve ser sobre o tempo de execução e a barra de progresso. Vale a pena mencionar que este é um palpite aproximado, já que a programação matemática não é algo muito previsível. As etapas de pré-processamento, em que o algoritmo elimina o material inútil, podem mantê-lo preso no percentual inicial (2%, 4%, etc) por um tempo, mas depois disso a otimização pode ficar mais rápida.

O *MiningMath* pode lidar virtualmente com qualquer tamanho de modelo. Ele executou com sucesso modelos de clientes além de blocos de 10 milhões sem re-bloqueio, o que pode levar algumas horas para ser concluído. O tempo de execução é diretamente proporcional ao número de blocos, destinos, períodos, restrições em uso e variáveis importadas. Portanto, a combinação de múltiplos aspectos, estão diretamente relacionados à complexidade do depósito.

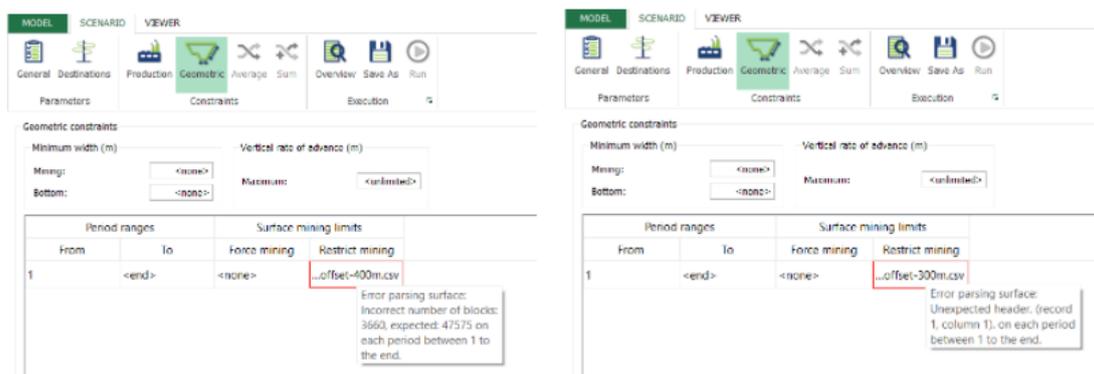
Tente verificar se existe algum "bloco flutuante" sem nenhuma conexão com a topografia do modelo. Essas regiões podem afetar a otimização, portanto, elimine-as para que o *MiningMath* funcione bem.



11. Validação de restrições

É o momento de validar todos os parâmetros que devem ser inseridos na avaliação. Assim, é bastante útil entender os principais avisos na importação de superfícies. Normalmente, quando você importa uma superfície inválida, a caixa fica em vermelho e, mantendo o mouse dentro dos limites, você pode ver a mensagem sobre isso.

O primeiro problema comum aqui é sobre a importação de uma superfície que não atende aos limites do modelo de blocos, que deve estar relacionado às origens ou ao tamanho da superfície. Para verificar esse problema, verifique suas origens e verifique suas coordenadas seguindo as etapas mencionadas nesta página. Um erro adicional é baseado no nome dos cabeçalhos do arquivo de superfície, que pode ser sempre "X, Y, Z". Portanto, se ele tiver qualquer outro nome ou tipo, corrija-o de acordo com esta afirmação.



Passe por esta sequência de figuras para identificar seu aviso.

12. Fluxo de trabalho integrado, 13. Melhor caso, 14. Análise exploratória, 15. Otimização de cronograma, 16. Planejamento de curto prazo

Ao executar esses cenários, você já está dominando o *MiningMath* e o uso principal de superfícies e refinamentos. As principais sugestões para aprimorar seu fluxo de trabalho são:

- Evite usar o mínimo de uma restrição de soma igual à capacidade de processamento, o que pode causar alguma complexidade.
- Preste atenção especial às superfícies para que uma mineração forçada não ultrapasse os limites de uma área de mineração restrita.
- Tente evitar o uso de força + restrição de mineração nos intervalos intermediários de seu período de tempo.

Às vezes, as etapas sugeridas no fluxo de trabalho integrado, após a validação, podem ser um grande desafio para bloquear modelos de alta complexidade implementados. Portanto, você pode tentar uma etapa intermediária dividindo a massa obtida nas últimas execuções em 2 ou 3 períodos, para que você possa entender se tudo está funcionando corretamente e quanto tempo essa otimização está demorando em média. É importante estar ciente de que restrições geométricas como larguras mínimas e taxa vertical de avanço aumentam a complexidade do algoritmo, uma vez que são parâmetros não lineares tridimensionais. Além disso, o número de períodos, destinos e restrições em vigor também influenciam esses resultados.

[Voltar](#)