

Estas condições se refletem ao se agregar à interpretação, os planos de bandamentos amplamente orientados para SSE conforme seu mergulho (Figura 161). Eles indicam que o desenvolvimento das cavidades aproveitaram tanto a orientação e mergulho dos bandamentos (concordante ou discordantemente), como transversalmente ao longo dos planos.

A direção das fraturas (Figura 162) demonstrou comportamento preferencial para N, paralelamente às estruturas gerais e secundariamente ocorrência transversal ao longo dos planos de bandamento. Já as juntas de alívio (Figura 163) indicam o comportamento dominante transversal ao longo dos planos de bandamento.

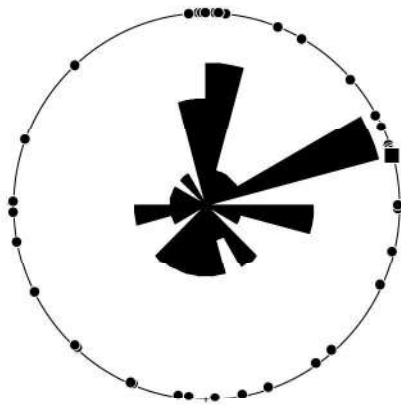


Figura 160: Direção principal de desenvolvimento das cavidades.

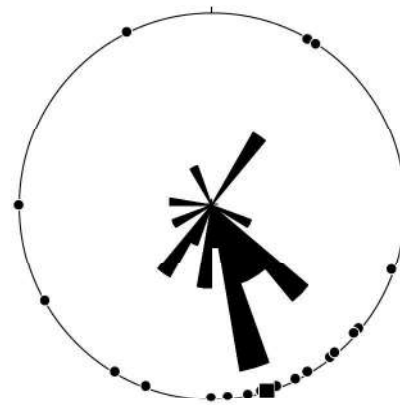


Figura 161: Direção dos planos de bandamento medidos conforme seu mergulho nas cavidades.

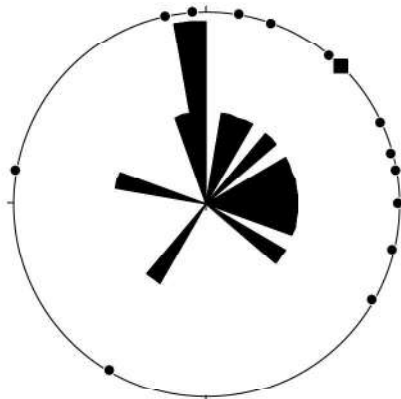


Figura 162: Direção de desenvolvimento das fraturas medidas em campo nas cavidades.

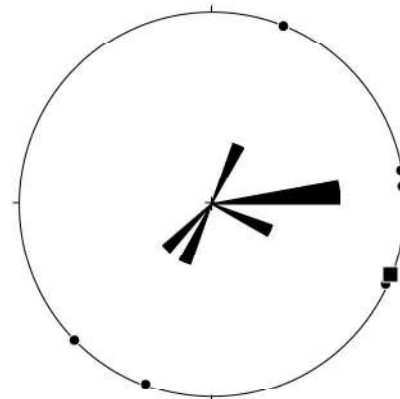


Figura 163: Direção de desenvolvimento das juntas de alívio medidas nas cavidades.

5.3- Espeleometria das cavernas

5.3.1- Cavidades em rochas ferríferas

Considerando como base de comparação os valores espeleométricos médios da base de dados da Vale com 377 cavidades em rochas ferríferas (Figura 164), apresentados no ANEXO 4, os atributos

de volume e área apresentaram valores médios crescentes do regional para a área de estudo, que apresentou os maiores valores, sendo $90,27\text{m}^3$ e $72,93\text{m}^2$ respectivamente. Na escala local, as médias de volume e área apresentaram valores intermediários de $80,65\text{m}^3$ e $61,38\text{m}^2$ e na escala regional, os menores valores de $77,45\text{m}^3$ e $58,07\text{m}^2$. Este resultado confere, portanto, boa representatividade às cavidades da área de estudo nas escalas local e regional.

Com relação aos atributos projeção horizontal e desnível, observa-se valores médios muito próximos para as três escalas de abordagem: os valores médios foram maiores na escala local com $22,69\text{m}$ de projeção horizontal e $3,11\text{m}$ de desnível, intermediários na escala regional com $21,99\text{m}$ e $2,96\text{m}$ e menores na área de estudo com $19,53\text{m}$ e $2,36\text{m}$. Esses resultados indicam que, comparativamente às escalas local e regional, as cavidades da área de estudo são caracterizadas por grandes volume e área, mas curta projeção horizontal e pequeno desnível.

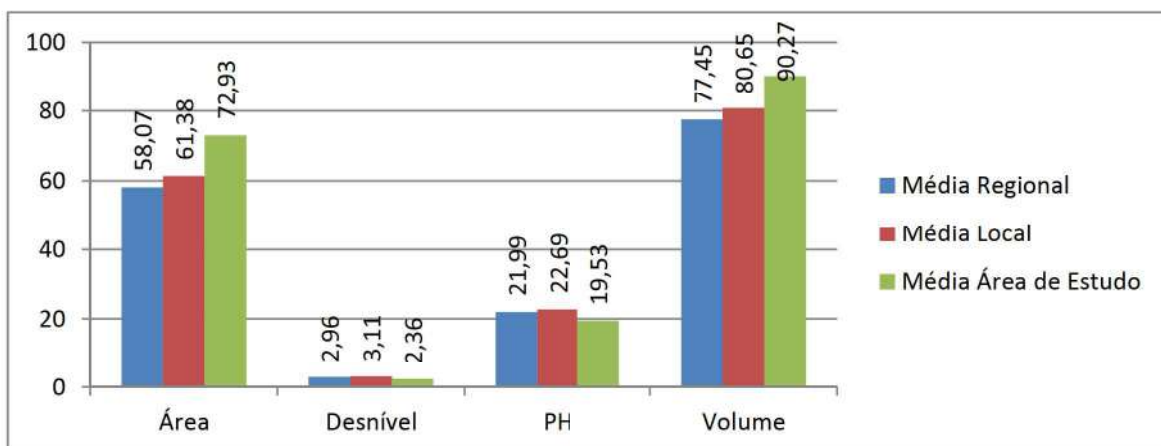


Figura 164: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em rochas ferríferas da área de estudo, em relação aos das escalas local e regional.

Levando-se em conta os valores máximos, o volume da cavidade (MDIR_0028) da área de estudo apresentou o maior resultado com relação a todas as escalas de análise, com um volume de $868,9\text{m}^3$. No que diz respeito ao atributo área, a Serra do Gandarela, na escala local, apresenta o maior valor, até mesmo em comparação ao restante do Quadrilátero Ferrífero, com uma área de 676m^2 , enquanto a valor máximo atingido na área de estudo foi de $536,36\text{m}^2$. O mesmo ocorre com o atributo projeção horizontal, cujo maior valor alcançado em escala regional foi em cavidade da Serra do Gandarela com 345m , enquanto o valor máximo atingido na área de estudo foi de $102,06\text{m}$. Em relação ao atributo desnível, os valores foram aproximados, sendo os resultados máximos da área de estudo intermediários em relação às escalas local e regional, como apresentado na Figura 165 abaixo. Os atributos de área e volume apresentaram valores bastante

altos e se ressalta que cavidade existente na Serra do Gandarela apresenta, até o momento, os maiores valores de área (676 m²), projeção horizontal (345m) e volume (798m³) do Quadrilátero Ferrífero.

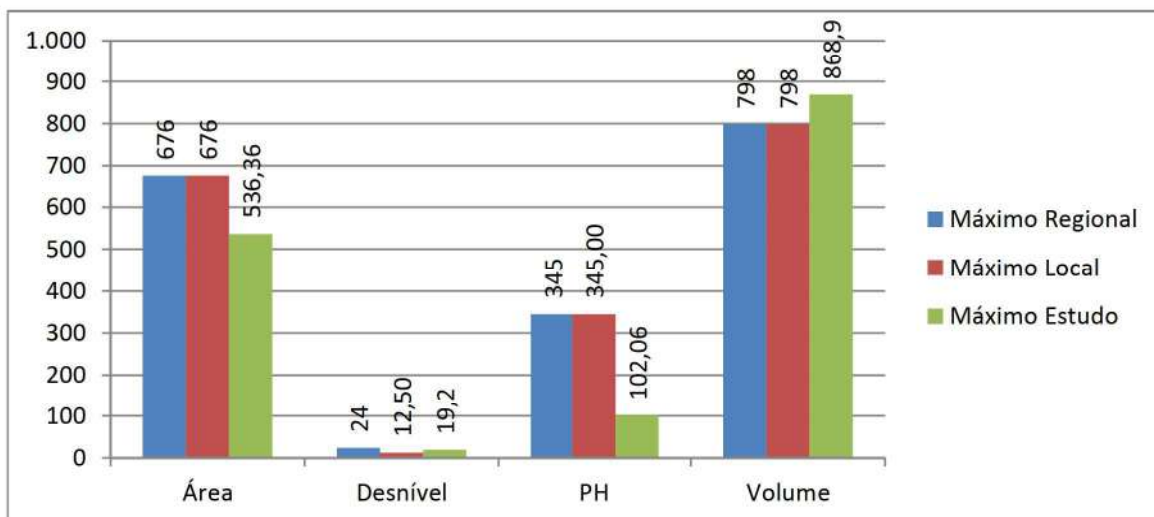


Figura 165: Valores máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em rochas ferríferas da área de estudo em relação ao das escalas local e regional.

Analisando os dados espeleométricos conforme a IN-2 (2009), obtiveram-se os seguintes limites de corte para as classes de importância local e regional e seus respectivos resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em rochas ferríferas analisadas.

Cálculo Local – Formações Ferríferas				
	Área	PH	Volume	Desnível
Média	61,38	22,69	80,65	3,11
Desvio Padrão	83,46	31,95	127,01	3,11
MED + DP (Limite Médio)	144,85	54,64	207,67	6,22
MED – DP (Limite Baixo)	-22,08	-9,25	-46,36	-0,01
Cálculo Regional – Formações Ferríferas				
	Área	PH	Volume	Desnível
Média	58,07	21,99	77,45	2,96
Dimensão Notável (5X a média regional)	290,34	109,96	387,26	-
Desvio Padrão	70,24	26,91	115,04	2,98
MED + DP (Limite Médio)	128,31	48,90	192,49	5,94
MED – DP (Limite Baixo)	-12,17	-4,91	-37,58	-0,02

Caverna	Área	Desnível	PH	Volume	Importância Local	Importância Regional
BRU_001	57,02	1,4	16,53	43,33	Significativa	Significativa
BRU_002	116,09	3,2	48,82	150,9	Acentuada	Acentuada
BRU_003	13,6	0,3	7,1	7,82	Significativa	Significativa
BRU_004	60,95	2,5	24,5	46,32	Significativa	Significativa
BRU_005	503,7	12,5	102,06	594,3	Acentuada	Dimensão Notável
BRU_006	57	1,9	14,26	39,9	Significativa	Significativa
BRU_007	26,04	1,2	10,06	24,99	Significativa	Significativa
BRU_008	51,76	0,5	17,66	26,39	Significativa	Significativa
BRU_009	68,7	2,6	25,1	60	Significativa	Acentuada
BRU_010	167,9	10,7	24,8	183	Significativa	Acentuada
BRU_011	18,6	2	13,1	8	Significativa	Significativa
BRU_012	9,2	0,2	5,1	7	Significativa	Significativa
BRU_019	21,5	0,5	6,1	10	Significativa	Significativa
BRU_021	155,4	2,1	33,2	207	Acentuada	Acentuada
BRU_022	33,9	1,3	12,4	47	Significativa	Significativa
BRU_023	17,5	0	5,6	20	Significativa	Significativa
BRU_025	16	0,4	5,4	28	Significativa	Significativa
BRU_028	12,7	0,4	6,1	11	Significativa	Significativa
BRU_032	9,1	0	14,1	149	Significativa	Significativa
BRU_034	53,54	0,7	14,81	79,29	Significativa	Significativa
BRU_035	10,44	0,7	14,69	4,8	Significativa	Significativa
MDIR_0014	18,09	1	7,88	10,01	Significativa	Significativa
MDIR_0025	46,06	0,5	12,9	18,88	Significativa	Significativa
MDIR_0027	24,06	2,2	6,7	13,47	Significativa	Significativa
MDIR_0028	536,36	4	100,7	868,9	Acentuada	Dimensão Notável
MDIR_0033	39,22	2,6	10,6	33,72	Significativa	Significativa
MDIR_0035	14,84	1,2	7,11	33,05	Significativa	Significativa
MDIR_0036	66,34	2,8	8,54	67,66	Significativa	Significativa
MDIR_0039	72,78	0,7	13,44	46,32	Significativa	Significativa
RF_119	18,51	0,5	8,65	9,25	Significativa	Significativa
RF_120	35,77	0,7	10,52	30,58	Significativa	Significativa
RF_121	102,08	2,6	42,44	138,83	Significativa	Significativa

Observando os dados médios nas escalas local e regional, foi possível constatar que as cavidades locais, da Serra do Gandarela, possuem espeleometria superior às das cavidades na unidade regional, do Quadrilátero Ferrífero-Conceição. Deste modo, ao se avaliar a importância das cavidades em estudo algumas adquiram uma importância regional acentuada em comparação à local, como é o caso das cavidades BRU_009 e BRU_010.

Localmente, 4 cavidades obtiveram importância acentuada (12,5%) e o restante, 28 cavidades (87,5%), obteve importância significativa. Regionalmente, 4 cavidades obtiveram importância acentuada (12,5%), 2 obtiveram dimensões notáveis (6,25%) e o restante, 26 cavidades (81,25%), obteve importância significativa. Nenhuma cavidade obteve baixa importância devido aos resultados negativos de limite de corte com a subtração da média pelo desvio padrão locais e regionais.

5.3.2- Cavidades em rochas quartzíticas

A cavidade em quartzito encontrada na área de estudo apresentou valores médios baixos a intermediários em relação às médias locais e regionais, cujo cálculo considerou os valores obtidos em 29 cavidades encontradas nas unidades da Serra do Gandarela (Carste, 2010) e do Quadrilátero Oeste - Serra da Moeda (Spelayon, 2012), apresentados no ANEXO 4. Enquanto o volume apresentou um valor de 35m³ frente aos 200,42m³ de média regional e a área apresentou um valor de 13m² frente aos 101,74 m² da média regional. Em relação aos atributos desnível e projeção horizontal, os resultados apresentaram diferenças menores, com 8,6m frente aos 26,30m da média regional, para a projeção horizontal, e de 5,10m frente aos 7,31m da média local para o desnível, conforme a Figura 166.

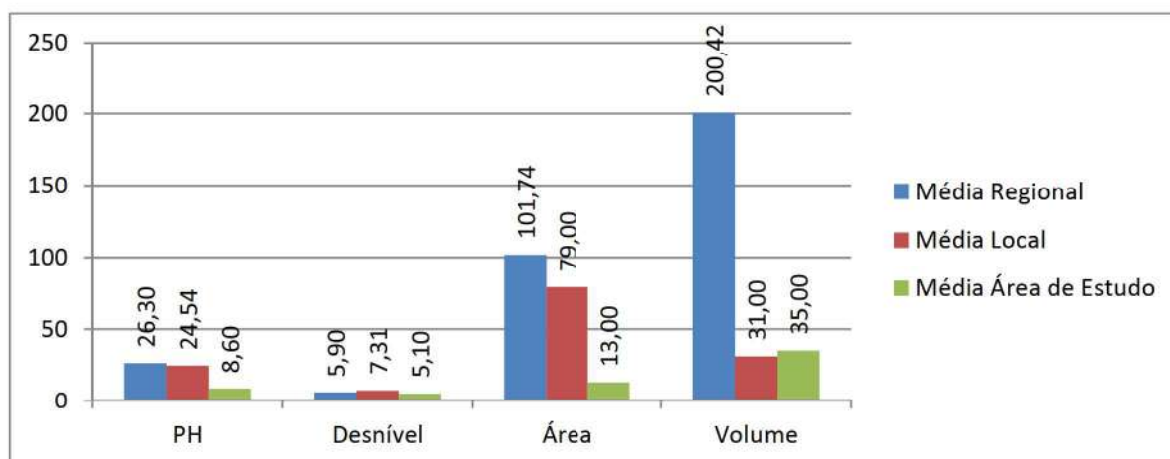


Figura 166: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em quartzito da área de estudo, em relação ao das escalas local e regional.

No que diz respeito aos valores máximos, a diferença entre as escalas local e regional se amplia muito, com os valores máximos obtidos na escala regional subindo para um volume de 2.187,72m³, uma área de 1.104,71m², uma projeção horizontal de 214,15m e um desnível de

41,31, que são valores sempre muito superiores aos atingidos na escala local e na área de estudo.

A Figura 167 apresenta o comparativo dos valores.

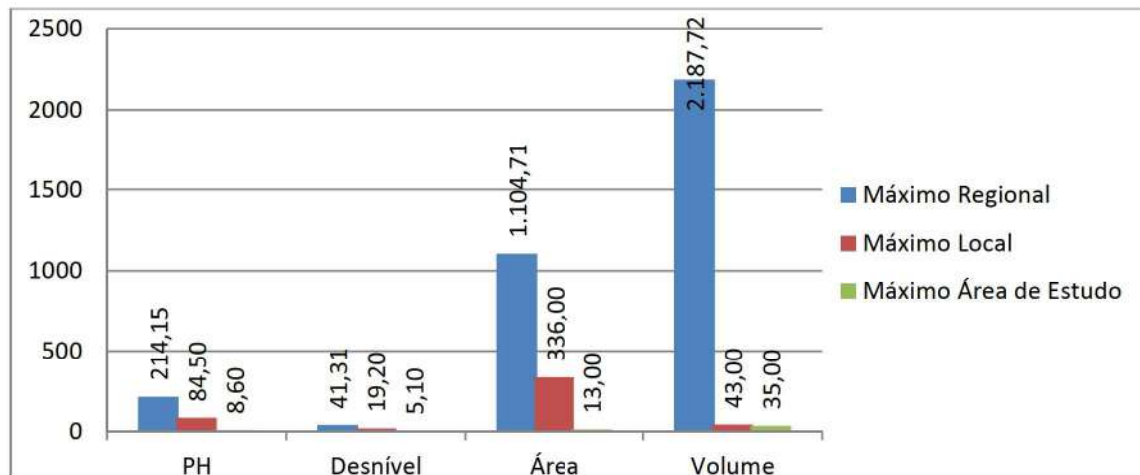


Figura 167: Resultados máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em quartzito da área de estudo e para as escalas locais e regionais.

Analisando os dados espeleométricos conforme a IN-2 (2009), obtiveram-se os seguintes limites de corte para as classes de importância local e regional e seus respectivos resultados apresentados na Tabela 5. A análise indicou que em ambas escalas a única cavidade em quartzito da área de estudo possui importância significativa.

Tabela 5: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em quartzito analisadas.

Cálculo Local – Quartzitos						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	79,00	24,54	31,00	7,31		
Desvio Padrão	99,92	25,23	12,00	5,23		
MED + DP (Limite Médio)	178,92	49,77	43,00	12,54		
MED – DP (Limite Baixo)	-20,92	-0,68	19,00	2,08		
Cálculo Regional – Quartzitos						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	104,75	26,83	208,77	6,09		
Dimensão Notável (5X a média regional)	523,74	134,13	1043,86	-		
Desvio Padrão	201,59	39,86	403,87	7,66		
MED + DP (Limite Médio)	306,34	66,68	612,64	13,74		
MED – DP (Limite Baixo)	-96,84	-13,03	-195,10	-1,57		
Caverna	Área	Desnível	PH	Volume	Importância Local	Importância Regional
BRU_014	8,6	5,1	13	35	Significativa	Significativa

5.4- Aspectos hidrológicos

A análise do comportamento hidrológico reinante nas cavidades inseridas na área de estudos permitiu observar, nessas, a ocorrência de feições e/ou processos hidrológicos bastante diferenciados. Do total das cavidades estudadas observou-se que 9 (19%) delas não apresentavam nenhuma marca de funcionamento hidrológico. Nas outras cavidades, 17 (35%) apresentavam processos de condensação, 12 (25%) de gotejamento, 5 (11%) de percolação, 4 (8%) de escoamento temporário e 1 (2%) encontrava-se sob drenagem temporária, como na Figura 168.

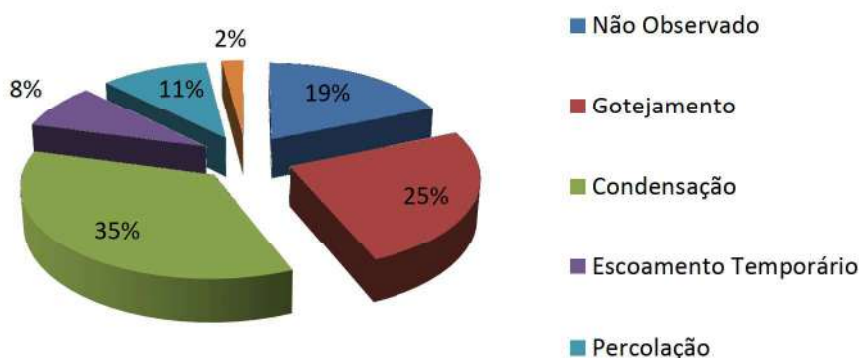


Figura 168: Repartição estatística em função de processos hidrológicos observados.

5.5- Morfologia das cavernas

A análise morfológica das cavernas envolveu a caracterização do padrão planimétrico, das feições morfológicas ocorrendo nas mesmas e a inclinação de seu piso.

O padrão planimétrico foi caracterizado com base na análise da planta baixa das cavidades, permitindo a identificação de 4 (quatro) padrões: retilínea, salão único, espongiforme e dendrítica, cuja ocorrência estatística no conjunto das cavernas estudadas se encontra ilustrada na Figura 169.

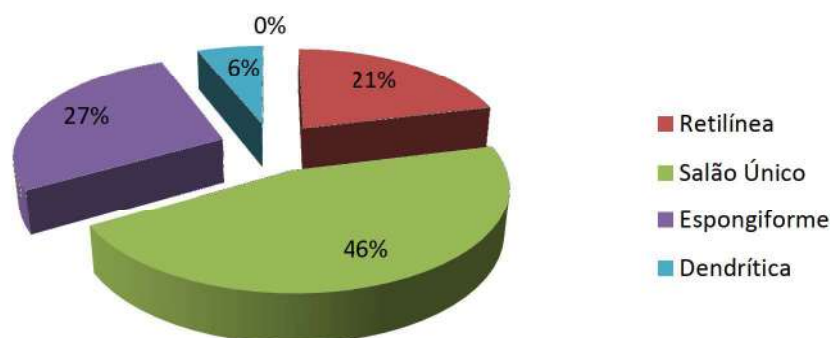


Figura 169: Repartição estatística das cavidades em função do padrão planimétrico.

As feições morfológicas apresentam várias modalidades dentro das cavernas, conforme certa variabilidade observada e levantada no conjunto das cavernas inseridas neste estudo. Do conjunto, apenas 3% delas não apresentou ocorrência nenhuma de feição morfológica específica. A Figura 170 apresenta as principais feições morfológicas observadas nas cavidades.

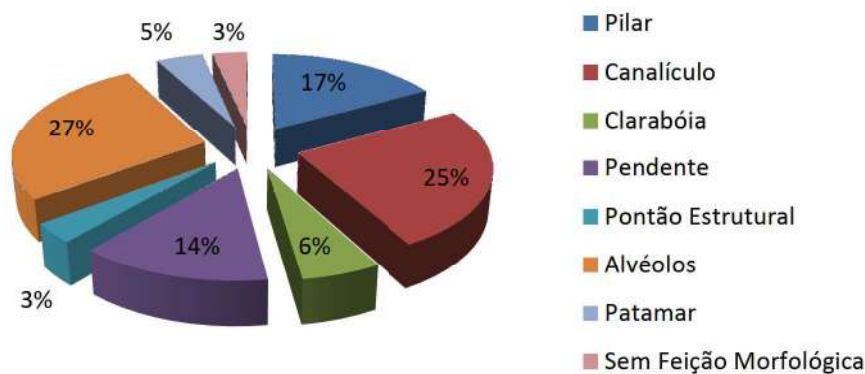


Figura 170: Percentual de cavidades em função de feições morfológicas observadas.

Com base nesta repartição estatística, pode-se observar que as feições mais recorrentes são os Alvéolos e Canalículos, observados em 27% e 25% das cavidades, respectivamente. Secundariamente, as feições mais recorrentes são: Pilar (17%), Pendente (14%). O restante das feições encontradas são relacionadas à condição estrutural das cavidades e apresentam baixa recorrência, sendo: Clarabóia (6%), Patamar (5%), Pontão estrutural (3%).

Quanto à caracterização da inclinação do piso, 58% das cavidades em estudo apresentaram piso relativamente plano, 30% piso inclinado para o interior e outros 12% piso inclinado para o exterior, conforme ilustrado pela Figura 171.

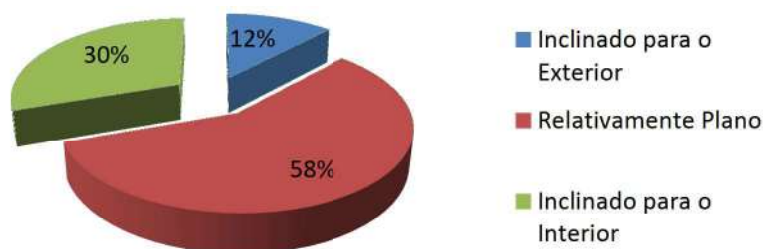


Figura 171: Percentual de cavidades em função da inclinação do piso.

5.6- Depósitos clásticos e orgânicos

Depósitos de sedimentos clásticos e/ou orgânicos são, quase sempre, encontrados em cavernas enquanto características de evolução e ou de uso por componentes da fauna.

No caso das cavernas em estudo, a Figura 172 ilustra a recorrência desses atributos. Os sedimentos Clásticos foram encontrados em todas as cavidades, repartidos da seguinte maneira: seixos em 32 cavidades, calhaus em 28 cavidades, matacões em 24 cavidades e cone de sedimentos em 6 cavidades.

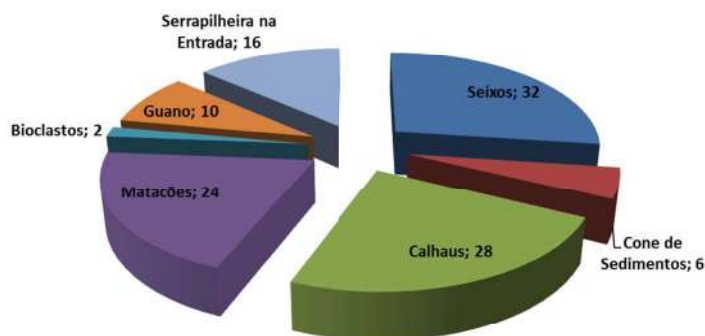


Figura 172: Repartição estatística da recorrência de depósitos clásticos e orgânicos nas cavidades estudadas.

Os sedimentos orgânicos foram identificados em 16 cavidades. Dentre esses sedimentos, o mais recorrente, a serrapilheira, que se deposita nas proximidades das entradas ou sob clarabóias, foi

registrada em 16 cavidades. Os Bioclastos, fragmentos de ossos, foram observados em 2 cavidades e o guano em 10 cavidades.

5.7- Depósitos químicos

Depósitos químicos foram identificados em todas as cavidades, sendo que dentre eles o mais recorrente foi a crosta branca encontrada em 33 cavidades, seguida de coralóide em 17 cavidades, crosta de óxido – hidróxido em 10 cavidades, escorrimento em 4 cavidades, cupim tema em 2 cavidades e cortina registrada em 1 cavidade. A Figura 173 ilustra a repartição estatística destas ocorrências, nas cavidades estudadas.

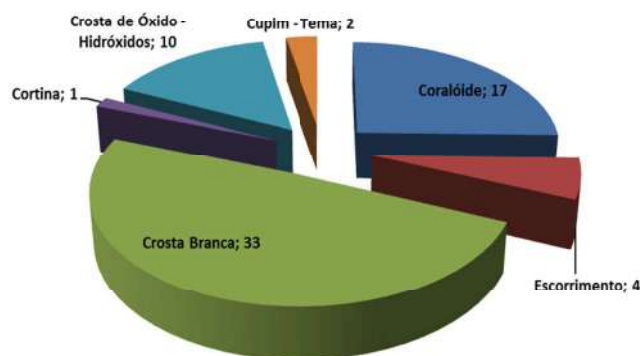


Figura 173: Expressão estatística da recorrência de depósitos químicos nas cavernas estudadas.

5.8- Aspectos espeleogenéticos e cronológicos

5.8.1- Cavidades em rochas ferríferas

Os estudos relacionados à evolução cárstica em rochas ferríferas (Simmons, 1963; McFarlane & Twidale, 1987; Pinheiro & Maurity, 1988; Ribeiro, 2003; Piló & Auler, 2005; Spier, 2005) indicam que, de modo geral, a formação de cavidades passa por duas fases em meio hipógeo e epígeo. Inicialmente, ao longo da canga, assim como no itabirito ou nas formações ferríferas bandadas, há o predomínio de processos de percolação e lixiviação.

Em outras palavras, inicialmente prevalecem os processos químicos dissolutivos dos minerais menos resistentes, relativamente (dolomita, sílica, além da própria hematita, entre outras). Trata-se de um fenômeno de lixiviação do qual resulta um enriquecimento supergênico do ferro no meio com alta porosidade e perda de 40 a 50% do volume da rocha.

A evolução da lixiviação passa pelos processos semelhantes ao “piping” que, a longo prazo, podem ou formar canalículos e condutos ou formar câmaras globulares. Algumas situações sugerem a ação freática de baixo gradiente. Posteriormente, estas feições passariam a se ligar ao exterior por processos erosivos físicos (abatimentos, ação fluvial, ampliação do canalículo, entre outros). Locais de contato entre diferentes litotipos (cangas, itabiritos, formações ferríferas bandadas, filitos, quartzitos, xistos) com sua consequente resistência diferencial, favorecem a ação de percolação e lixiviação, as quais dependendo do ângulo de mergulho do contato podem gerar cavidades no sentido do meio epígeo para o hipógeo. Neste sentido, a gênese de praticamente todas as cavidades da área de estudo possui gênese mista entre endógena e exógena.

Na área de estudo, como grande parte das cavidades está atrelada às formações de canga ou de contato dela com os itabiritos e formações ferríferas bandadas suas datações consideram relativamente a idade de formação das coberturas de canga. Conforme Carste (2010), datações pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ indicam idades entre 61,5 Ma a 14,2 Ma, sugerindo uma longa história de intemperismo na região. Os dados cronológicos também confirmaram que o perfil de intemperismo das formações ferríferas já tinha atingido o atual estágio de desenvolvimento há cerca de 50 Ma, sugerindo que a frente intempérica avançou muito pouco durante o Neógeno.

Esses dados indicam que a partir do Eoceno as formações ferríferas já apresentam boas condições para a espeleogênese. As feições de cavidades em estágio hipógeo seriam exumadas posteriormente, de acordo com o avanço do ciclo erosivo na região, considerado fortemente atuante simultaneamente desde o Terciário (Maxwell, 1972; Sant’anna *et al.*, 1997; Maizatto, 2001).

A análise da repartição das cavidades por intervalos altimétricos na área de estudo indicou a provável ocorrência de dois ciclos de formação, resultando em dois agrupamentos altitudinais de cavernas: um na faixa de 1030 até 880m (150m) e outro na de 880 a 780m (100m). No primeiro caso, há o aumento de 4 a 10 cavidades conforme a redução do intervalo altimétrico, próximo dos 900m de altitude, indo de encontro às proposições de geração de superfícies erosivas para o sudeste brasileiro de King (1956), com a formação da “Superfície Sul-Americana” (Eoceno-Oligoceno) nas cotas próximas de 900m de altitude. Desta cota em direção a altitudes menores, há uma retomada do aumento de cavidades de 5 para 7, de modo semelhante ao ciclo anterior, indicando uma retomada do avanço erosivo até às altitudes mais baixas da área de estudo, fato

que pode permitir uma correlação com o ciclo “Velhas” (Plio-Pleistoceno) proposto por King (1956).

5.8.2- Cavidades em rochas quartzíticas

Os processos dissolutivos em rochas quartzíticas já apresentam, quanto a eles, uma representatividade bem menor na espeleogênese (Brichta *et al.*, 1980; Corrêa Neto *et al.*, 1993; Neto, 2008; Wiegand *et al.*, 2004; Willems *et al.*, 2008). A dissolução se desenvolve muito em função de fraturas, juntas de alívio e níveis micáceos, por onde o ataque químico hídrico age em meio saturado. A direção de mergulho das camadas, assim como controles estratigráficos, também, são relevantes para os processos dissolutivos. Com a liberação do sistema do nível saturado pelo rebaixamento do aquífero, inicia-se a atuação dos processos físicos exógenos. Estes processos envolvem a formação de depósitos de tálus, assim como avanço das descontinuidades nas rochas por termoclastia e diaclasamento. Este cenário ocorre deste modo, de acordo com o observado na única cavidade em quartzito da área de estudo, a BRU_0014.

Pouco ainda se conhece sobre cronologia de espeleogênese em rochas quartzíticas. No entanto, como os processos físicos prevalecem em cavidades quartzíticas, sua gênese está atrelada à evolução dos ciclos erosivos e rebaixamento dos níveis freáticos na área de estudo, indicados como bastante ativos a partir do Terciário (Maxwell, 1972; Sant’Anna *et al.*, 1997; Maizatto, 2001).. Deste modo, é plausível que as cavidades em rochas ferríferas e em quartzitos da área de estudo tenham sido geradas em períodos próximos ou simultâneos.

6- CONCLUSÃO

Duas feições foram desclassificadas enquanto cavidades naturais, por corresponderem a abrigo (não se enquadrando dentro do limite de corte acima de 5m de projeção horizontal) e galeria antrópica aberta. Elas são a BRU_0015 e a MDIR_0034.

A partir da análise das cavidades, foi possível constatar que a maioria delas se localiza em posições de média a alta vertente, em encostas inclinadas da serra, com escarpas perpendiculares à maior inclinação da vertente e com continuidade superior a 30m. A maioria das entradas das cavidades é pequena ou reduzida em comparação aos salões interiores. A litologia de ocorrência predominante é a canga detrítica, sendo secundariamente recorrentes cavidades nos contatos da canga com formação ferrífera bandada ou itabirito. Este comportamento demonstra a grande distribuição de coberturas detrito-lateríticas na área de estudo.

O condicionamento estrutural mostrou boa relação com a direção de desenvolvimento principal das cavidades que apresentam formação ferrífera bandada, itabirito ou o contato destas com coberturas de canga, representando 33% das cavidades. Este desenvolvimento se dá de modo concordante ou transversal às estruturas regionais pelas medidas obtidas em campo. Ao mesmo tempo, esta influência se mostrou relativamente efetiva no que diz respeito às fraturas e menos com as juntas de alívio. No entanto, as cavidades desenvolvidas, principalmente em coberturas lateríticas, 66% do total, não apresentam razões para que ocorra controle pelas estruturas regionais que são, predominantemente, de idade pré-cambriana.

Os parâmetros espeleométricos em rochas ferríferas da área de estudo indicaram valores médios de área e volume superiores aos encontrados nas escalas regional e local. O mesmo se aplicou para os valores máximos. A única cavidade em quartzito encontrada na área de estudo obteve resultados próximos às das médias locais e regionais. O padrão morfológico principal foi o de salão único, com a inclinação do piso relativamente plana, sendo comum gotejamento e condensação. As feições morfológicas mais comuns observadas foram canalículo e alvéolos, seguidas de pendentes e pilares.

Os depósitos químicos mais encontrados foram crosta branca e coraloides (milimétricos e raramente centimétricos). Os depósitos clásticos são bastante recorrentes, sendo os de tamanho seixo encontrados em praticamente todas as cavidades. No caso dos depósitos orgânicos, foi encontrada serrapilheira na entrada, em aproximadamente metade das cavidades, e guano em um terço delas.

O conhecimento atual sobre a gênese e evolução das cavidades em rochas ferríferas e quartzito indica que essas possuem idades antigas (máximo de 50 Ma) de desenvolvimento em sua maioria de caráter misto, com fatores endógenos e exógenos atuantes em diferentes fases. O comportamento de ocorrência das cavidades por intervalos altimétricos indica dois possíveis ciclos de formação. O primeiro, do Eoceno ao Oligoceno, formando cavidades entre as cotas de 1030 a 880m, no decorrer da formação da “Superfície Sul-Americana” (King, 1956). O segundo ciclo, mais recente, teria formado cavidades nas cotas entre 880 e 780m, com a consolidação dos perfis de canga a cerca de 1,8 Ma e retomada erosiva pelo ciclo erosivo “Velhas” (King, 1956).

As características das cavidades analisadas na área de estudo vão de encontro ao comportamento geral de cavidades em rochas ferríferas do Quadrilátero Ferrífero expostas por Auler & Piló (2007). Destaque deve ser dado às cavidades BRU_005 e MDIR_028, as quais possuem dimensões notáveis de área e volume em escala regional, além das variedades de feições, depósitos e valor cênico pelas estruturas e minerais preservados nas rochas das paredes e tetos de seus interiores, configurando nas escalas de análise morfologia única para o conjunto de ambas. A MDIR_028 apresentou o maior volume das cavidades consideradas, em escala regional, da província espeleológica Quadrilátero Ferrífero-Conceição.

7- BIBLIOGRAFIA

ALKIMIN, F.F. & MARSHAK, S. 1998. *Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero*. Precambrian Research. v. 90. p. 29-58.

AULER, A.S; PILÓ, L.B. 2007. *Aspectos morfológicos e evolução de cavernas em minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. In: II Encontro Brasileiro de Estudos do Instituto de Geociências, IG-USP. Caderno de Resumos, pagina 8.

BALTAZAR, O.F.;BAARS F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SIVEIRA, V.D. 2005. *Mapa Geológico com nota explicativa em escala 1:50000*. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero – Integração e Correção Cartográfica em SIG. Lobato et al. (2005).

BRICHTA, A.; PATERNOSTER, K.; SCHOLL, W.U.; TURINSKY, F. 1980. *Die Gruta do Salitre bei Diamantina, Minas Gerais, Brasilien, kein "Einsturzloch"*. Zeitschrift fur Geomorphologie 24: 236-242.

CARSTE, CONSULTORES ASSOCIADOS. 2010. *Espeleologia da área do projeto Apolo Quadrilátero Ferrífero, MG. Relatório de Diagnóstico e Relevância*. VALE. Belo Horizonte.

CORRÊA NETO, A.V.; ANÍSIO, L.C.C.; BRANDÃO, C.P. 1993. *Um endocarste quartzítico na Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais*. Anais do VII Simpósio de Geologia de Minas Gerais- SBG Núcleo MG – Bol. 12: 83-86.

KING, L. C. *A geomorfologia do Brasil oriental*. Revista Brasileira de Geografia, vol 18, p. 147-265, 1956.

MAIZATTO, JOSÉ RICARDO. 2001. *Análise Bioestratigráfica, Paleoecológica e Sedimentológica das Bacias Terciárias do Gandarela e Fonseca . Quadrilátero Ferrífero . Minas Gerais, com Base nos Aspectos Palinológicos e Sedimentares*. Tese de Doutorado. Ouro Preto, 2001, 333 pág.

MAXWELL, CHARLES H; *BRASIL. Geology and ore deposits of the Alegria district, Minas Gerais, Brazil*. Washington, U.S. Govt. Print. Off., 1972. 72 p8 mapas (Geology and mineral resources of parts of Minas Gerais, Brazil).

MCFARLANE, M.J.; TWIDALE, C.R. 1987. *Karstic features associated with tropical weathering profiles*. Zeitschrift fur Geomorphologie Suppl. Bd 64: 73-95.

NETO, R. M. 2008. *Evolução de caverna em quartzito e processos cársticos em São Thomé das Letras-MG: contribuição ao estudo de sistemas cársticos em rochas silicáticas*. Geosul, Florianópolis, v. 23, n. 45, p 105-121, jan./jun.

OLIVEIRA, O.A.B. de; OLIVITO, J.P.R.; RODRIGUES-SILVA, D. 2011. *Caracterização da Unidade Espeleológica e das Unidades Geomorfológicas da Região do Quadrilátero Ferrífero – MG*. Espeleo-Tema. v.22, n.1. 2011. p. 61-80. SBE – Campinas, SP.

PILÓ, L.B; AULER, A. S. 2005. *As cavernas em minério de ferro e canga de Capão Xavier, Quadrilátero Ferrífero, MG*. O Carste 17(3): 93-105.

- PILÓ, L.B.; AULER, A.S.; FERREIRA, R.L.; BAETA, A.M.; PILÓ, H.M.D. 2005. *Estudos espeleológicos na área da mina de minério de ferro Capão Xavier – MBR, Nova Lima, MG*. Relatório inédito, 268 p.
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. 1988. *As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás (PA) – Brasil*. Anais 1º Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe, Belo Horizonte, pp. 179-186.
- PORTO, M.L. & M.F.F. SILVA. 1989. *Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais*. Acta Botanica Brasilica 3: 13-21.
- RIBEIRO, D.T. 2003. *Enriquecimento Supergênico de Formações Ferríferas Bandadas: Estruturas de Colapso e Desordem*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 124 p. (Tese de doutorado).
- ROSIÈRE, CARLOS A. E CHEMALE JR., FARID. 2000. *Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero – uma visão geral e discussão*. Geonomos, 8 (2): 27-43, 2000.
- SANT'ANNA, L. G.; SCHORSCH, H. D.; RICCOMINI, C. 1997. *Cenozoic tectonics of the Fonseca Basin region, Eastern Quadrilátero Ferrífero, MG, Brazil*. In: Journal of South American Earth Sciences, 10(3/4): 275-284.
- SILVA, F. R. 2007. *A paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: Potencial para o uso turístico para sua geologia e geomorfologia*. Dissertação de Mestrado em Geografia- UFMG, Belo Horizonte, 2007, 144p.
- SIMMONS, G.C. 1963. *Canga caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. The National Speleological Society Bulletin 25: 66-72.
- SPELAYON CONSULTORIA-ME. 2012. *Análise de Relevância de Cavidades, Mina Viga*. Relatório de Diagnóstico e Relevância. Ferrous Resources do Brasil S/A. Belo Horizonte.
- SPIER, C.A. 2005. *Geoquímica e gênese das formações ferríferas bandadas e do minério de ferro da mina de Águas Claras, Quadrilátero Ferrífero, MG*. Instituto de Geociências, USP. (Tese de Doutorado).
- VARAJÃO, C.A.C. *A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Revista Brasileira de Geociências, v. 21, n. 2, Rio de Janeiro/RJ, p.138-145, 1991.
- VARAJÃO, C.A.C.; SALGADO, A.A.R.; VARAJÃO, A.F.D.C.; BRAUCHER, R.; COLIN, F.; NALINI JUNIOR, H.A. *Estudo da evolução da paisagem do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10Be) e da pedogênese*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.1409-1425, 2009.
- WIEGAND, J., FEY, M., HAUS, N. & KARMANN, I. (2004): *Geochemical and hydrochemical investigation on the genesis of sandstone and quartzite karst of the Chapada Diamantina and the Iron Quadrangle (Brazil)*. Z.d.t.geol. Ges. 155:61-90; Stuttgart.
- WILLEMS, L.; RODET, J.; POUCKET, A.; MELO, S.; RODET, M. J.; COMPÈRE, P.; HARTET, F.; AULER, A. S. 2008. *Karsts in sandstones and quartzites of Minas Gerais, Brazil*. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña. 2008. Vol. 33, pp. 127 – 138.

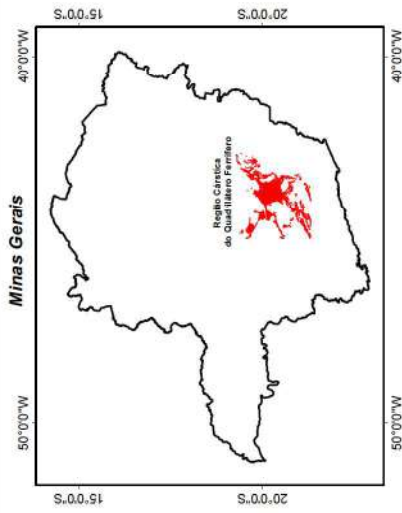
ANEXOS

ANEXO 1




- Mapa de Geologia e Localização das Cavidades

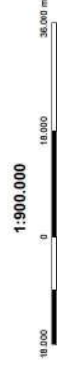
ANEXO 2

- Mapa da Região Cárstica do Quadrilátero Ferrífero



Legenda

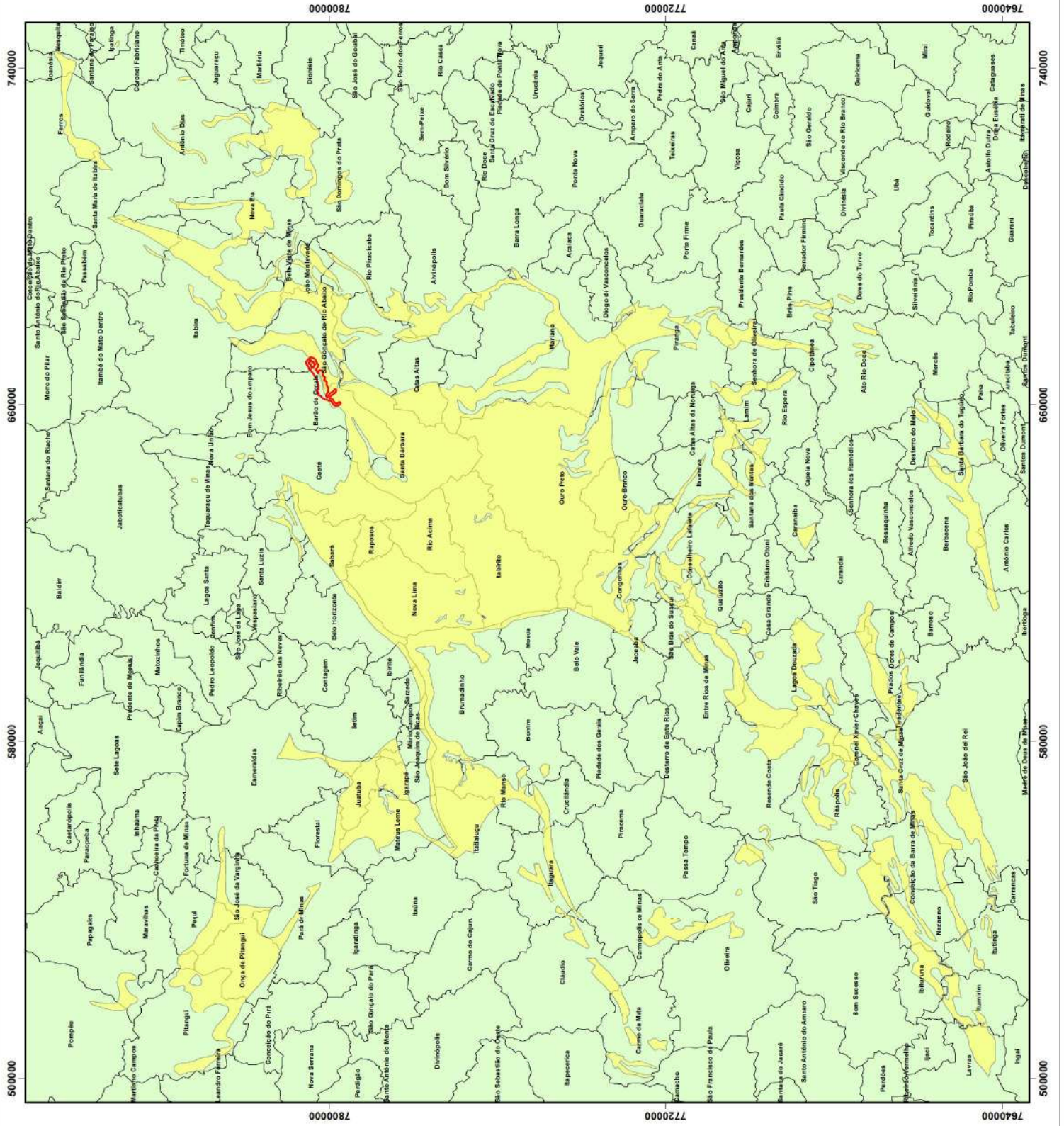
-  Limites municipais
-  Área de estudos
-  Região Cárstica do Quadrilátero Ferrífero



REGIÃO CÁRSTICA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

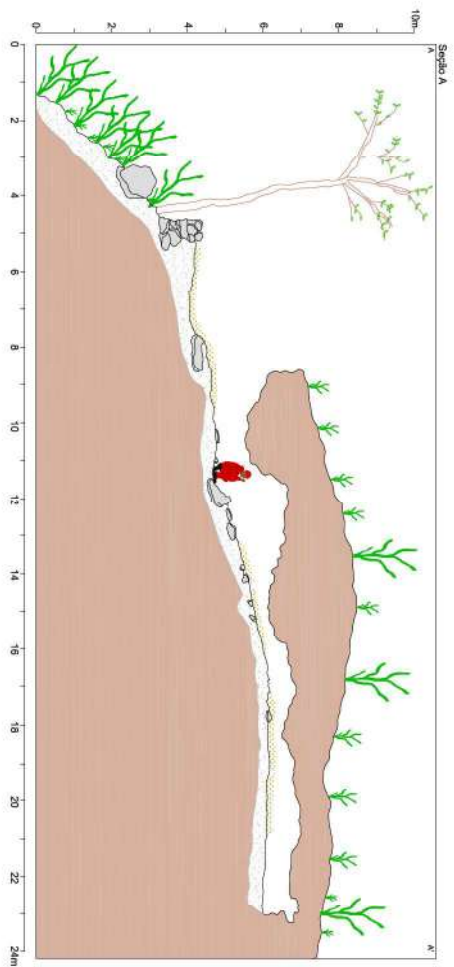
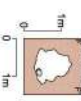
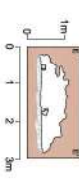
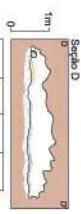
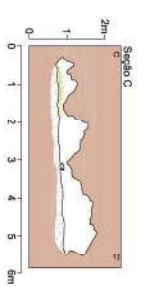
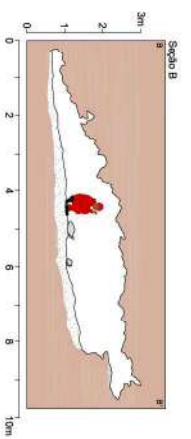
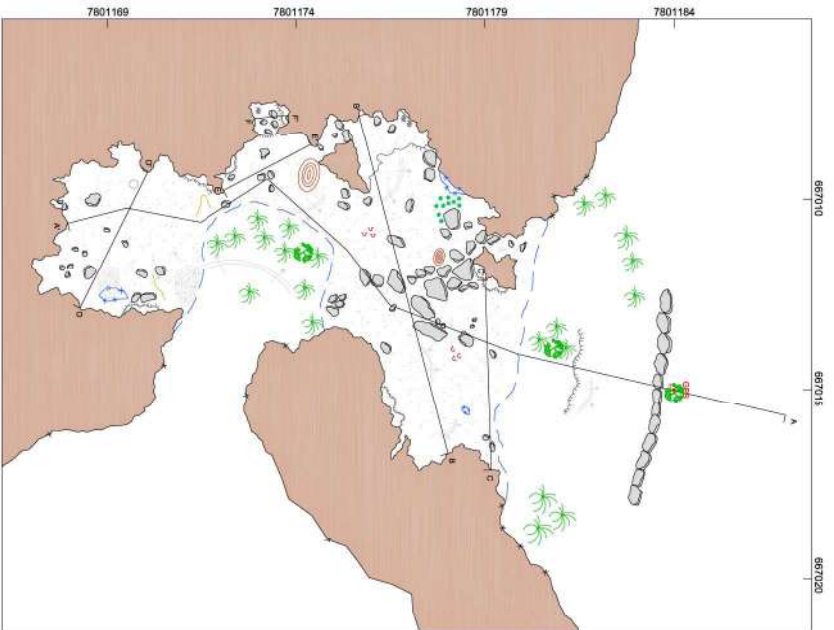
PROJETO RELEVÂNCIA BRUCUTU

BASES:	ESCALA:	SISTEMA DE COORDENADAS:
IBGE	1:900.000	UTM, SAD 1989_Zona_23S
RESP. TÉCNICO	C. GRÁFICA:	ÁREQUINO:
Dr. R. Nicolini	Sergio L. Sales	DFE_BRU_degron_06a3_ano2_00a1_001_F_
DATA:	SPDTMARE:	Arquivo
02/05/2013	DFE_Maps_vetado_10	02



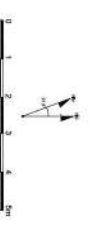
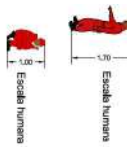
ANEXO 3

- Mapas das Cavidades

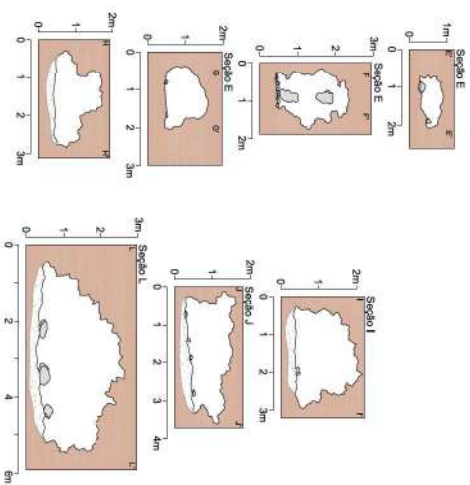
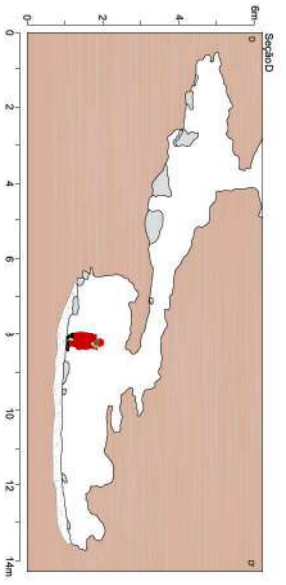
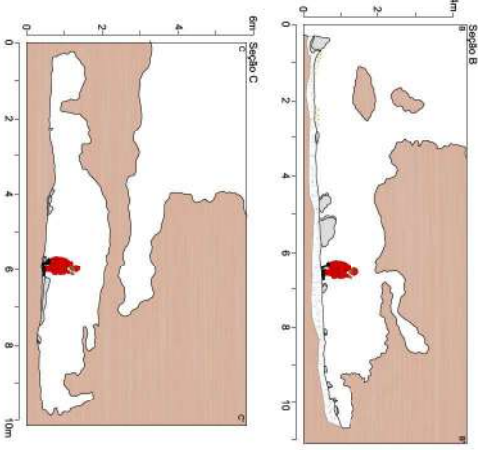
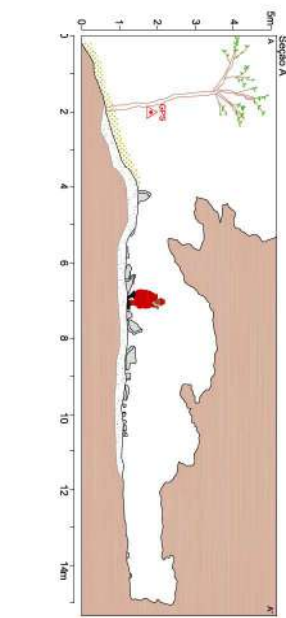
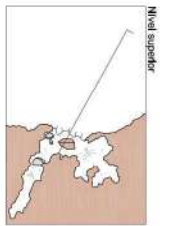
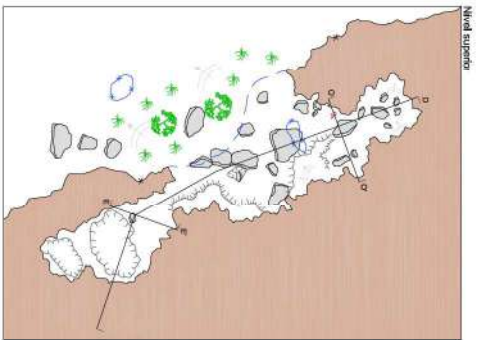
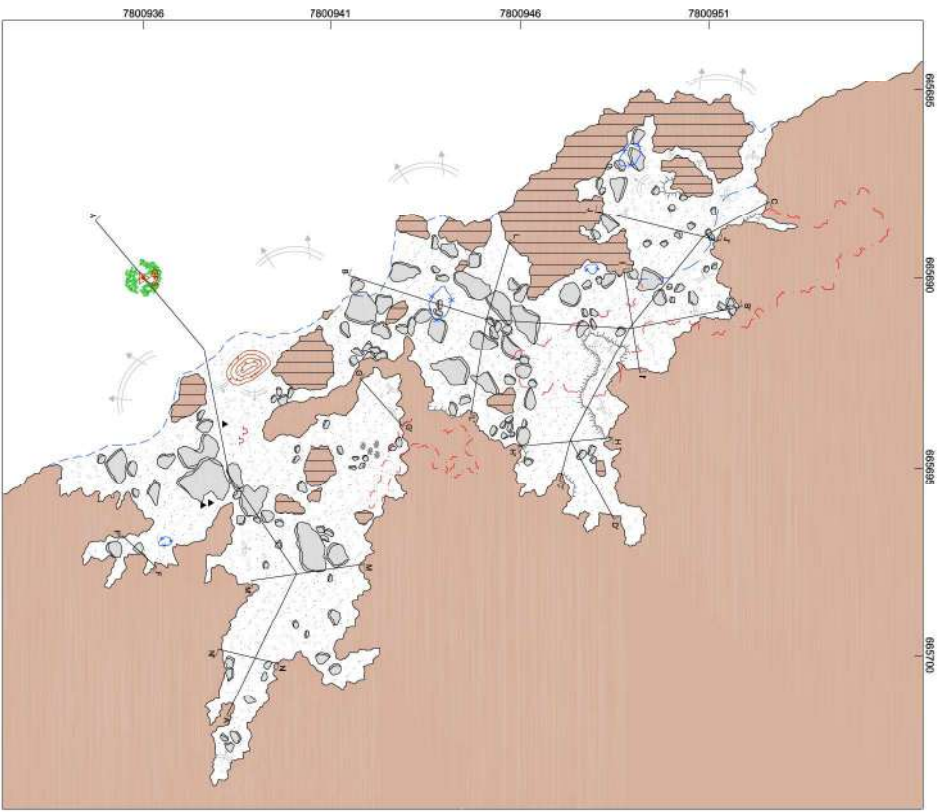


UTM: 667015E / 7801184N / 842m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 16,59 m
 Área: 57,02 m²
 Volume aproximado: 43,33 m³
 Desnível: 1,4 m

- Canga
- Sedimento arenoso/argiloso
- Matilha orgânica
- Muro
- Galinholos e seixos
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- BANCOS e maticões
- Vegetação
- Parede bierra
- Parede externa
- Linha d'água
- Dorsal abrupto
- Curva de nível
- Patamar/Orientação suave
- Chuvada
- Corralhas
- Capotão
- Guano
- Mugo
- Barroco
- Barco de sedimentos
- Raízes

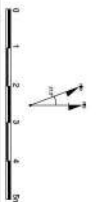
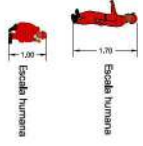


		Diretoria de Planejamento e Ferramentas - DDPF			
Produto Resíduos Sólidos		Núcleo de Especificação VALE		Área: SÁDIO DE SOCIEDADE	
Candidata BRU 01		ESCALA: 1:100		DATA: 20/12/2014	
Nome do Projeto:		Nome do Cliente:		Nome do Arquivo:	
Nome do Autor:		Nome do Revisor:		Nome do Aprovado:	
Nome do Coordenador:		Nome do Engenheiro:		Nome do Desenhista:	
Nome do Supervisor:		Nome do Técnico:		Nome do Operador:	

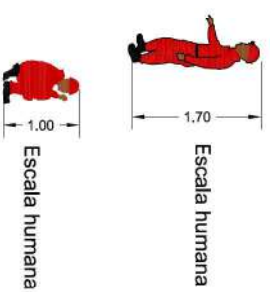
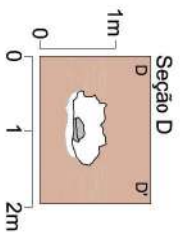
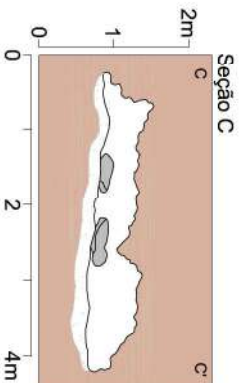
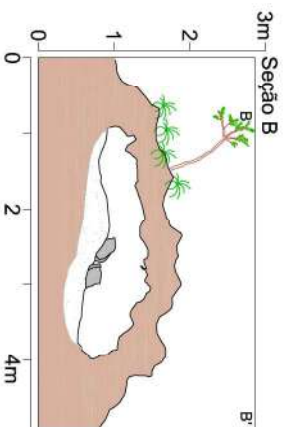
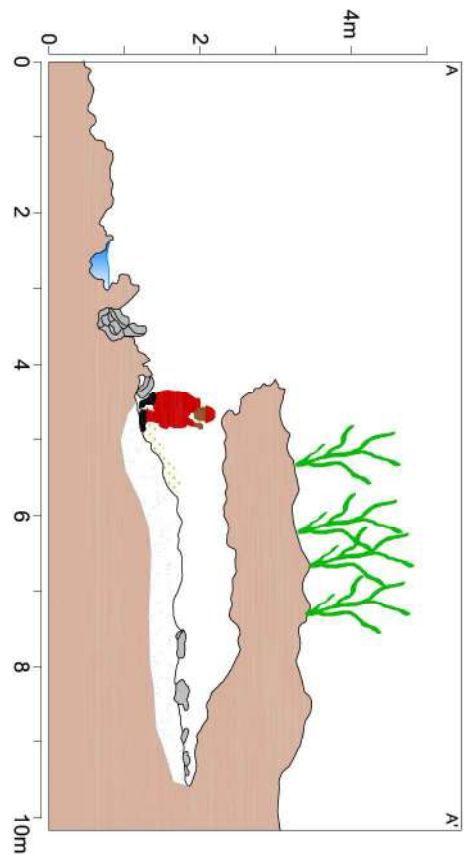
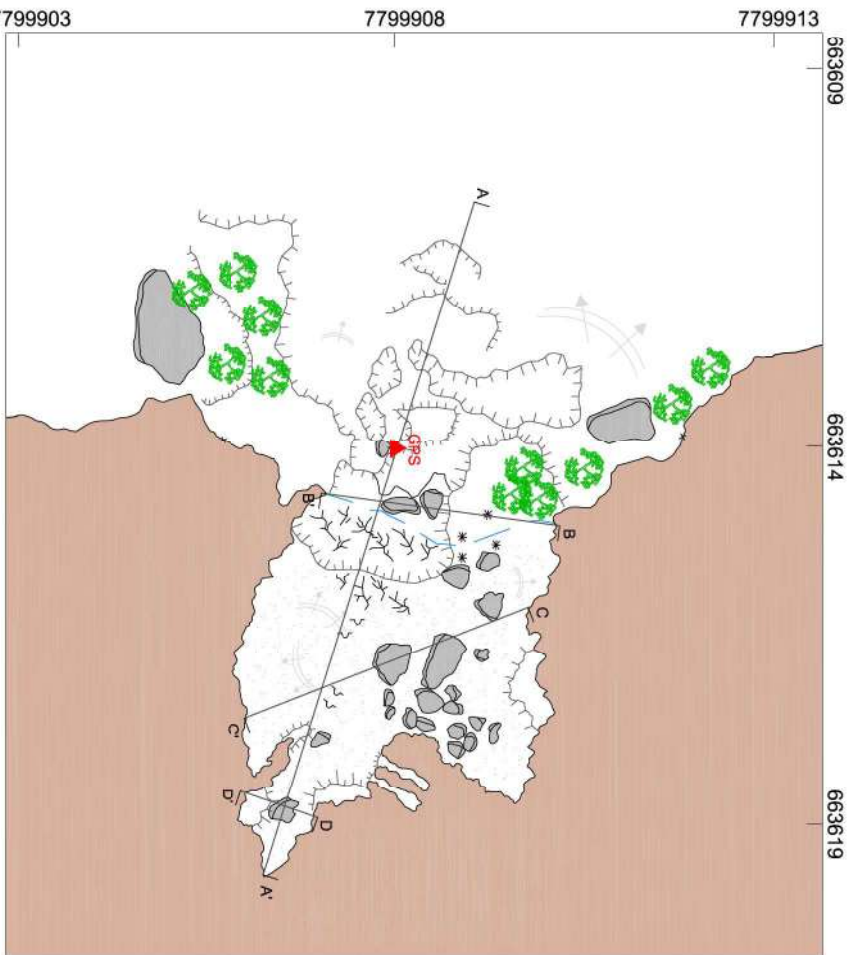


- Canga
- Pila
- Matéria orgânica
- Sufremento arqueológico
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e marcos
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Urtiga (Urtica)
- Nível superior
- Banco de sedimentos
- Curvo de nível
- Canal
- Atalho arqueológico
- Guano
- Cisterna
- Desentão atípico
- Patamar/Desentão suave

UTM: 663579E / 7800051N / 830 m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 48,82 m
 Área: 116,09 m²
 Volume aproximado: 150,9 m³
 Desnível: 3,2 m

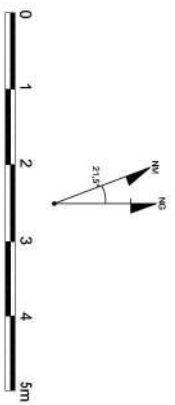


		Direção de Planejamento de Terras - DJPT Núcleo de Espediente VAE Área de Trabalho de Escalas			
PRODUTO: RELATÓRIO TÉCNICO DE PESQUISA		CANTILHADA BRN_12		NOME: SAPO DE ESCOLES	
DATA: 12/05/2024	RESPONSÁVEL TÉCNICO: V. VASCONCELOS	ESCALA: 1:100	DATA: 12/05/2024	LOCAL: SAPO DE ESCOLES	PROJETO: SAPO DE ESCOLES
NOME: V. VASCONCELOS	FUNÇÃO: ENGENHEIRO(A)	ESCALA: 1:100	DATA: 12/05/2024	LOCAL: SAPO DE ESCOLES	PROJETO: SAPO DE ESCOLES

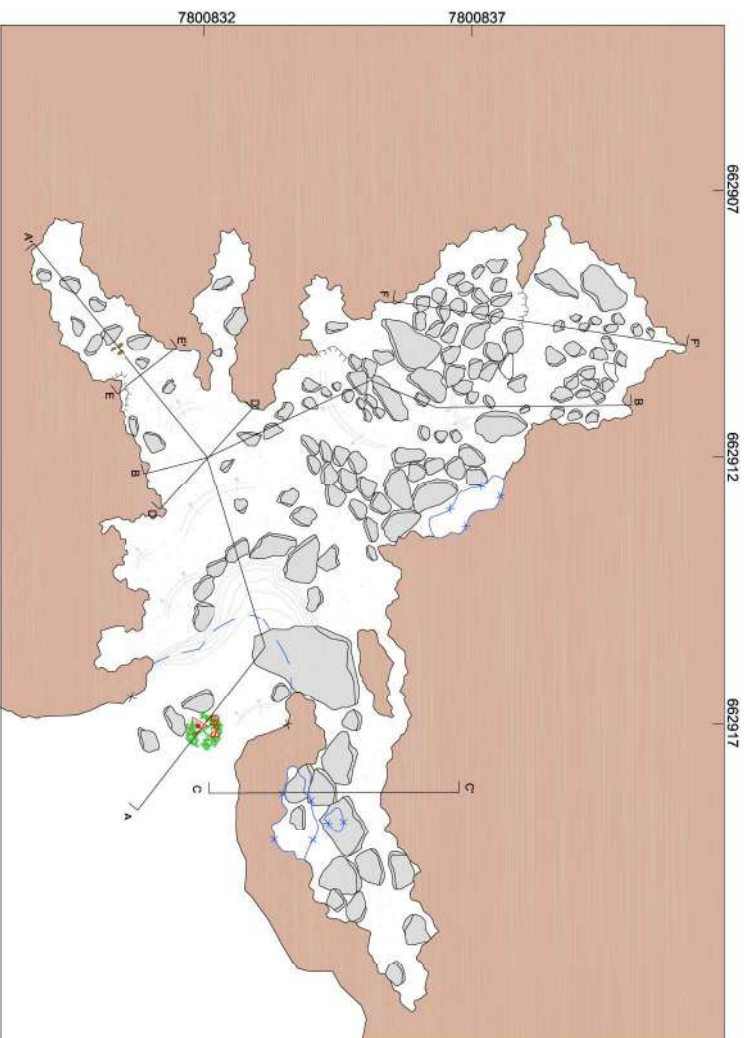


UTM: 663614E / 7799908N / 807m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 7,10 m
 Área: 13,60 m²
 Volume aproximado: 7,82 m³
 Desnível: 0,3 m

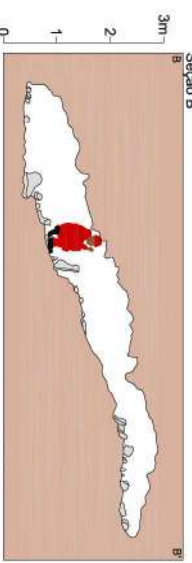
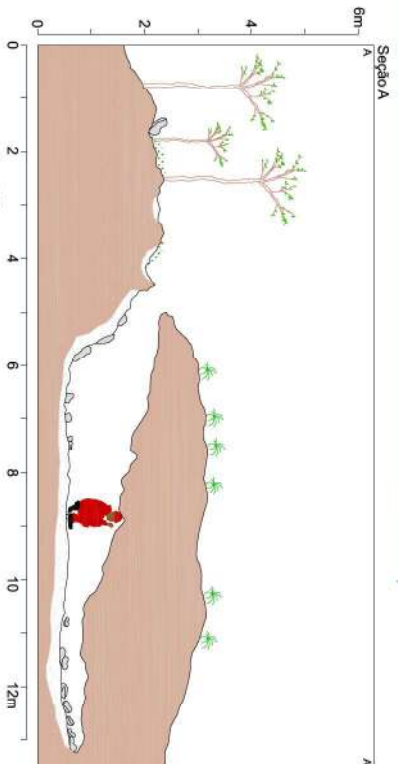
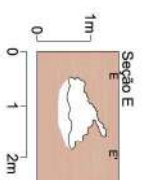
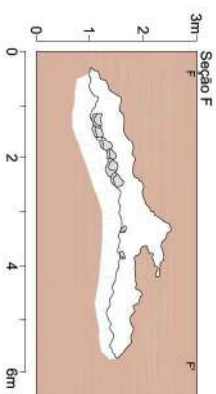
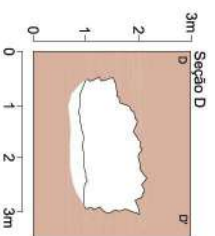
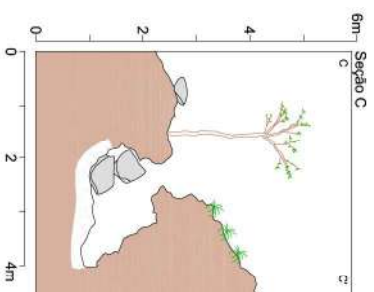
- GPS entrada
- A Indicação do sentido da seção
- Canga
- Sedimentar arenolargiloso
- Blocos e matações
- Vegetação
- Parede íntima
- Parede externa
- Linha d'água
- Desnível abrupto
- Curva de nível
- Patamar/Desnível suave
- Coralíde
- Musgo
- Samambaiá



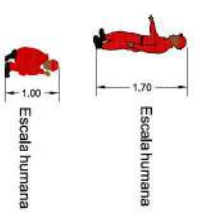
		Diretoria de Planejamento de Ferrosos- DIPP Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETO: RELEVANCIA BRUCUTU Croqui - Cavidade BRU_03		ÁREA: BARÃO DE COCAIS			
RESP. TÉCNICO: MACIEL, M. LEANDRO RESP. TOPOGRAFIA: MACHADO, B. ANDRÉ	CROQUISTA: MACHADO, B. ANDRÉ ANOTADOR: FONSECA, F. TATIANA INSTRUMENTISTA: MACHADO, B. ANDRÉ MACHADO, B. ANDRÉ	ESCALA: 1:100	DATA: 27/06/12	DESENHO: SALES, L. SÉRGIO	FOLHA A4



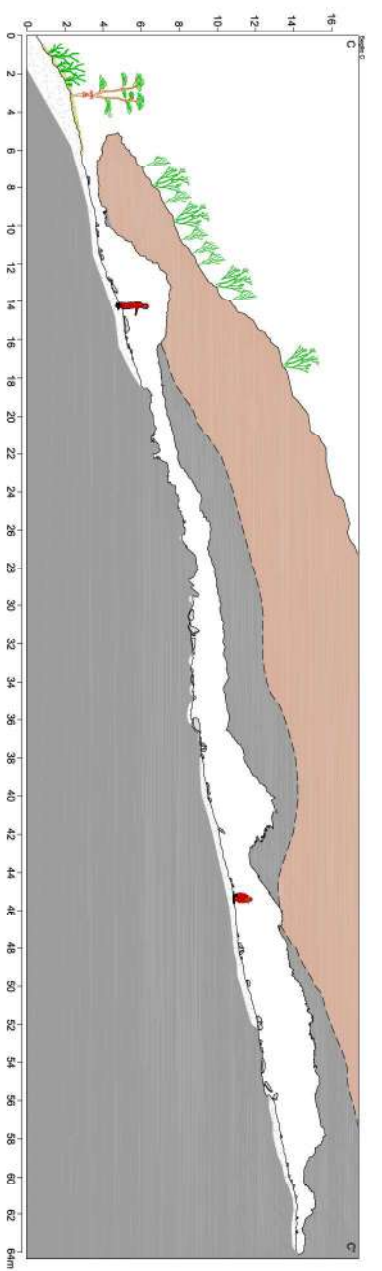
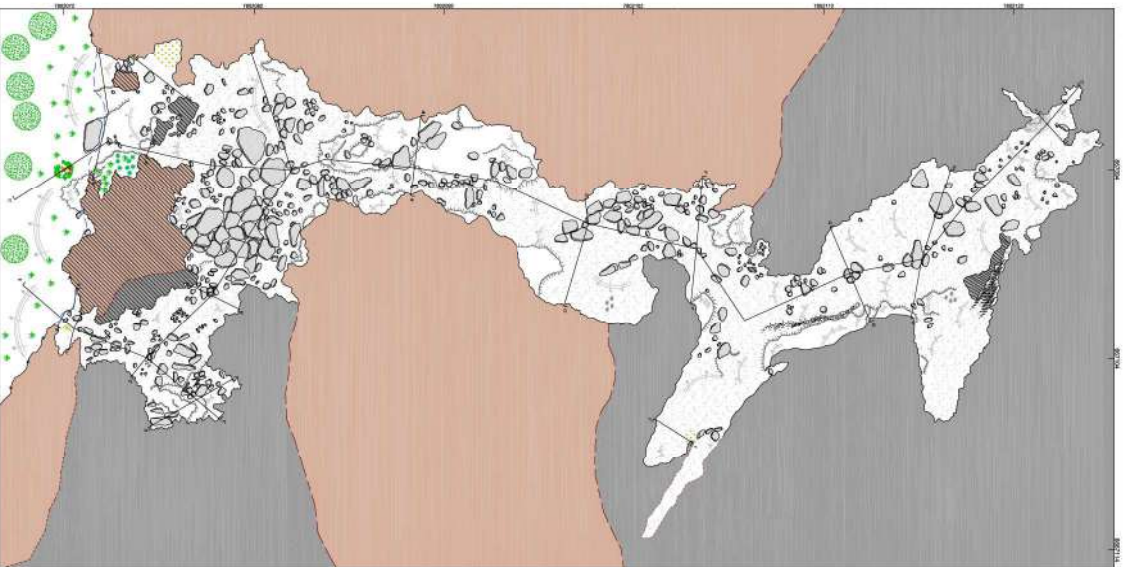
UTM: 662917E / 7800832N / 922 m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 24,50 m
 Área: 60,95 m²
 Volume aproximado: 46,32 m³
 Desnível: 2,5 m



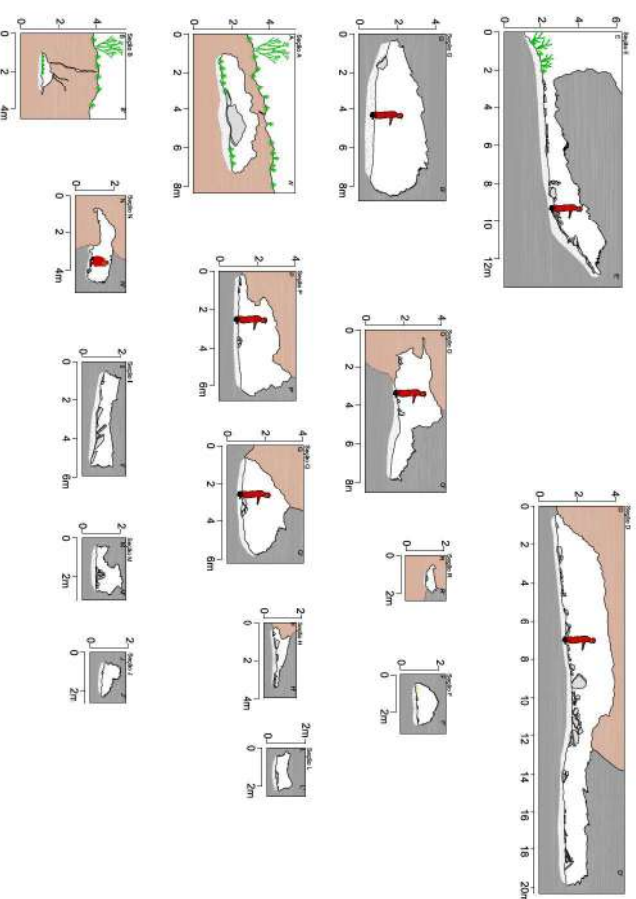
- GPS entrada
- Canga
- Sedimento areno/argiloso
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e malacões
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Curva de nível
- Clatrolóbia
- Desnível abrupto
- Fezes de animais
- Banco de sedimentos



		Diretoria de Planejamento de Ferramentas - DIPP Núcleo de Espetobiologia VALE			
PROJETO: RELEVANCIA BRUCUTU		Cavidade BRU_04			
REVISÃO: MARCELO LEMOS REVISÃO: MARCELO LEMOS APROVAÇÃO: MARCELO LEMOS	COORDENADOR: MARCELO LEMOS INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS AV. PÁDUA DE CASTRO, 1400 JARDIM SÃO CARLOS, 135	ESCALA: 1:100 DATA: 15/08/2019	DATA: 15/08/2019	FOLHA: 01	DE 01



UTM: 667094E / 7800072N / 82m
 Datum: SAD 69 - Zone: 23S
 Classificação: B/C/D/K-50
 PH: 102,08 m
 Área: 503,7 m²
 Volume aproximado: 594,3 m³
 Densidade: 12,5 m



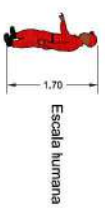
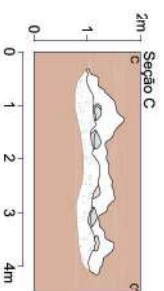
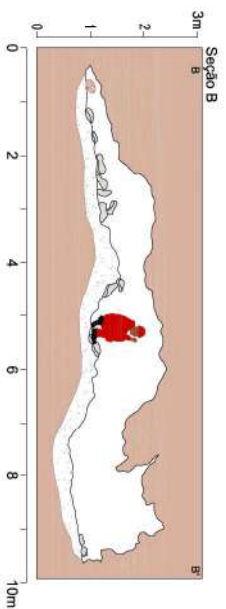
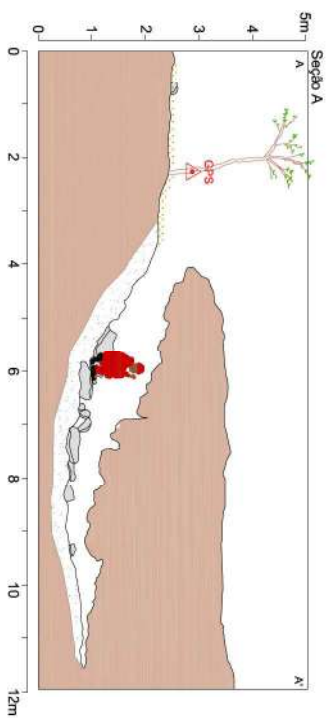
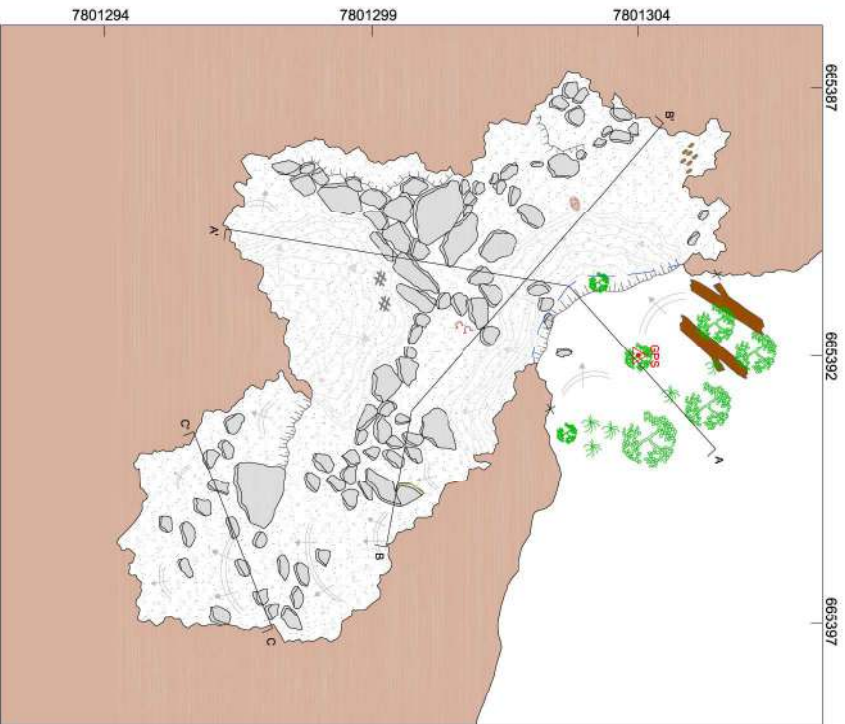
- LEGENDA**
- Canga
 - Inútil
 - Pilar/ Canga
 - Pilar/ Inútil
 - Matéria orgânica
 - Sedimento arenoso/argiloso
 - Grânulos e seixos
 - GPS entrada
 - Indicação do sentido da sacaja
 - Blocos e matilhas
 - Vegetação
 - Parede interna
 - Parede externa
 - Linha d'água
 - Desnível abrupto
 - Patamar/Desnível suave
 - Contorno/início
 - Curva de nível
 - Ralada
 - Corridão
 - Banco de sedimentos
 - Musgo
 - Quano



ATIVO SUSTENTÁVEL
 PROJETO: REEFINHAÇÃO AMOUCUTU
 Cidade de Parauapebas - DF
 Município de Espadópolis - VALE
 AEROPORTO DE COCALS

TIPO TÉCNICO	COORDENADOR TÉCNICO	ESCALA: 1:100	DATA: 17/07/2018
INSTR. DE ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO TÉCNICA	ESCALA: 1:1000	ESCALA
PROF. DE REEFINHAÇÃO	PROF. DE REEFINHAÇÃO	PROF. DE REEFINHAÇÃO	PROF. DE REEFINHAÇÃO

UTM: 665392E / 7801304N / 846 m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 14,26 m
 Área: 57,00 m²
 Volume aproximado: 39,90 m³
 Desnível: 1,9 m

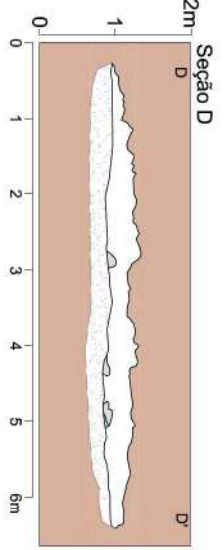
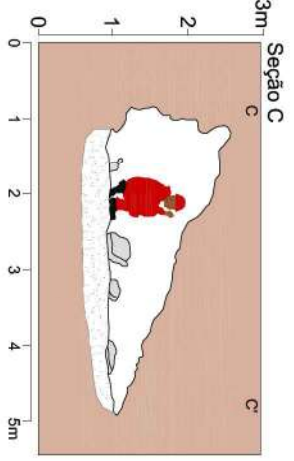
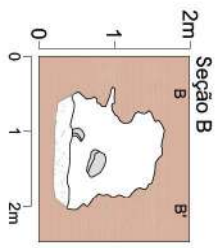
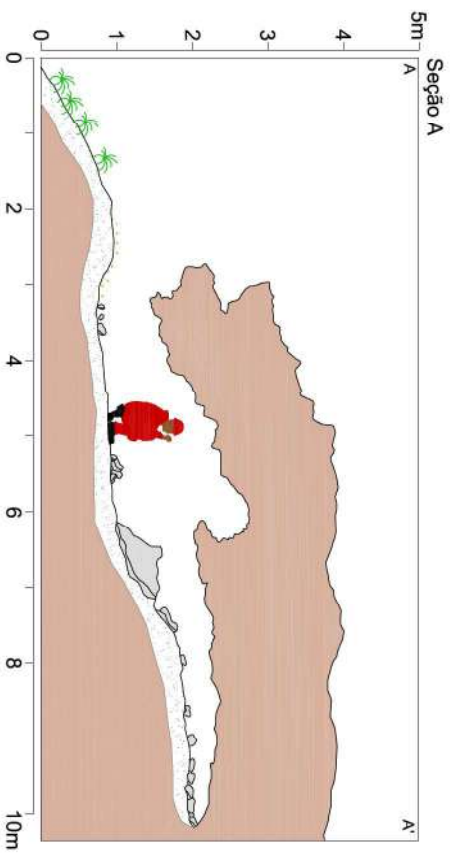
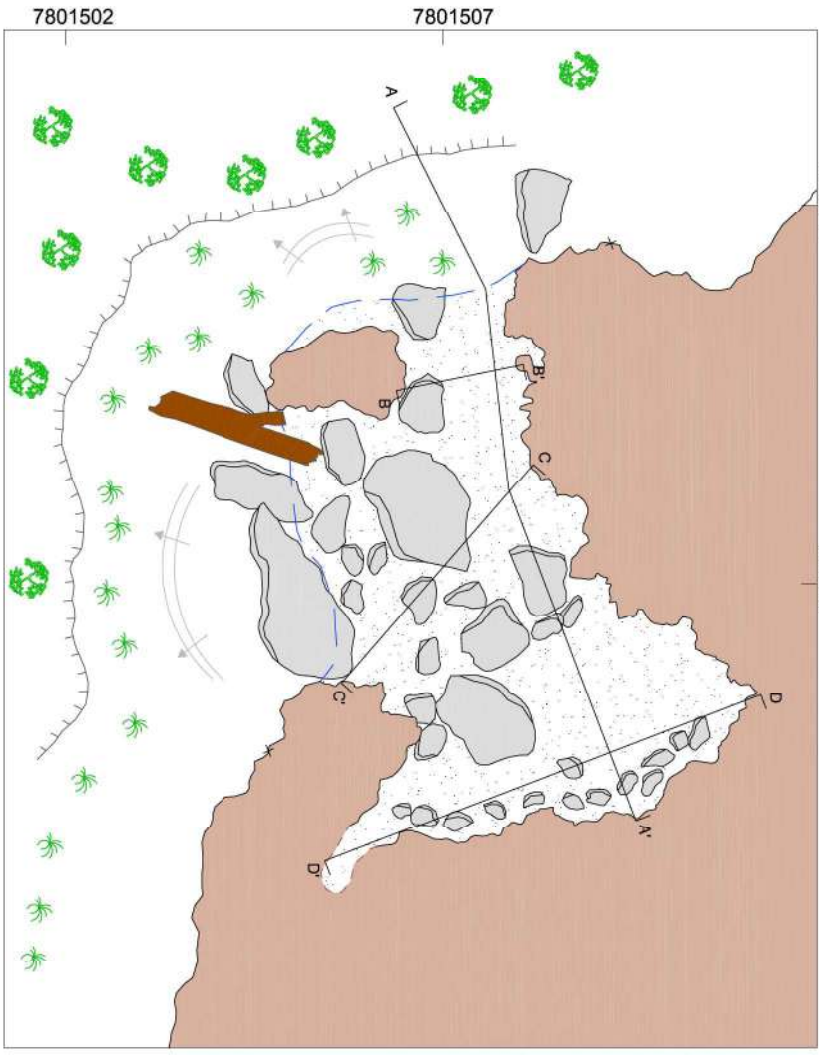


- Canga
- Matéria orgânica
- Sedimento arenoso/argiloso
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matacões
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Desnível abrupto
- Curva de nível
- Palamar/Desnível suave
- Tronco
- Raízes
- Corallíde
- Ninhos
- Fezes de animais
- Guano
- Banco de sedimentos



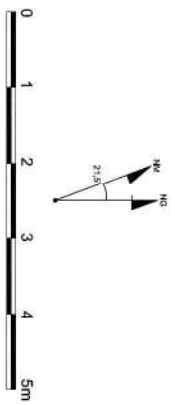
Diretoria de Planejamento de Ferramentas - DIPP Núcleo de Espelologia VALE		Área: BARRÃO DE COCÓIS	
Projeto: RELEVÂNCIA BRUCUTU			
Cavidade BRU_06			
REVISÃO TÉCNICA: MAURÍCIO A. LEANDRO REVISÃO TÉCNICA: MARCELO T. TORRES REVISÃO TÉCNICA: MARCELO T. TORRES REVISÃO TÉCNICA: MARCELO T. TORRES	CONSULTOR: MARCELO T. TORRES ANÁLISE TÉCNICA: MARCELO T. TORRES ELABORAÇÃO: MARCELO T. TORRES	ESCALA: 1:100 DATA: 14/08/2019	FOLHA: 01

665725 665730



UTM: 665725E / 7801507N / 882m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 10,06 m
 Área: 26,04 m²
 Volume aproximado: 24,99 m³
 Desnível: 1,2 m

- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Canga
- Sedimento areno/argiloso
- Blocos e matacões
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Desnível abrupto
- Curva de nível
- Tronco
- Contorno inferido



Escala humana
 1,70

Escala humana
 0,90

		Diretoria de Planejamento de Ferrosos - DJPF Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETO: RELEVÂNCIA BRUCUTU		CAVIDADE BRU_07		ÁREA: BARÃO DE COCANS	
RESP. TÉCNICO: MACIEL M. LEANDRO RESP. TOPOGRAFIA: MACHADO & ANDRÉ	CROQUISTA: MACHADO & ANDRÉ ANOTADOR: FONSECA R. F. TAVANA INSTRUMENTISTA: MACHADO & ANDRÉ	ESCALA: 1:100	DATA: 11/07/22	DESENHO: SALES, L. SÉRGIO	FOLHA A4

UTM: 665740E / 7801505N / 879 m

Datum: SAD 69 - Zona: 23S

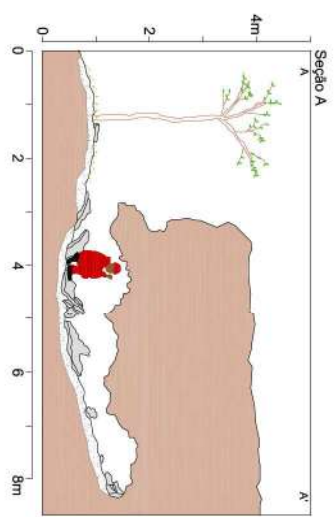
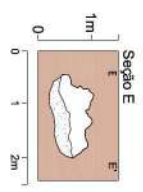
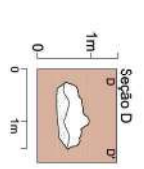
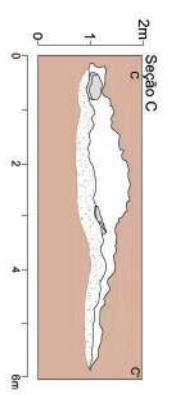
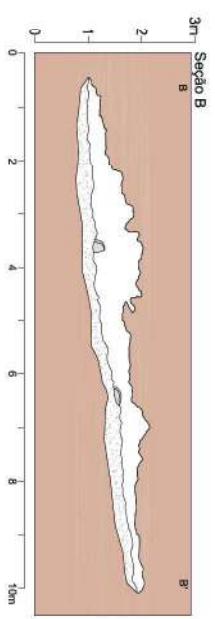
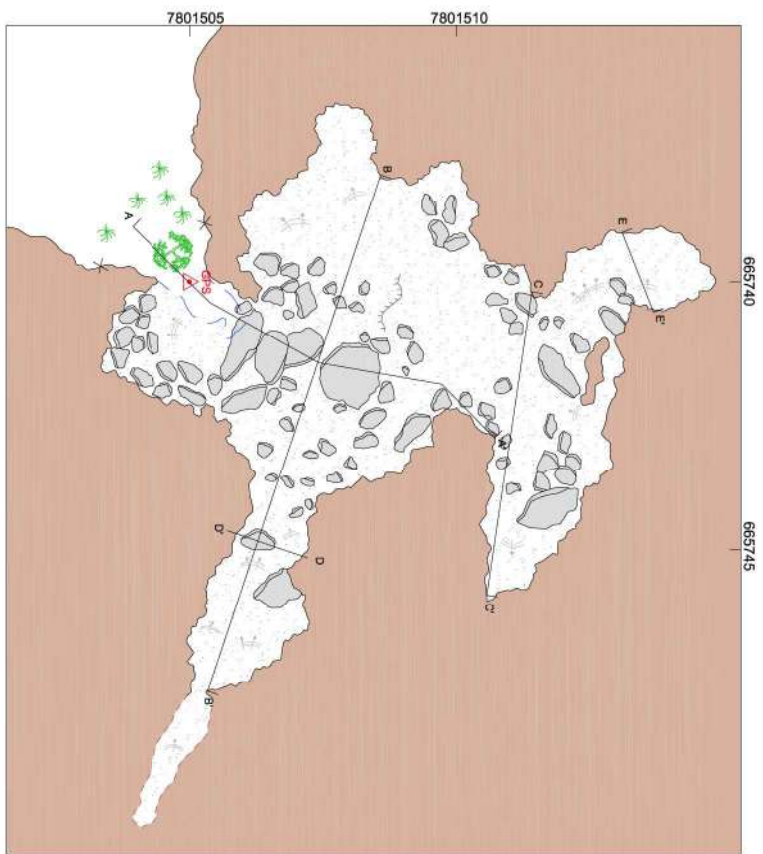
Classificação BCRA: 5D

PH: 17,66 m

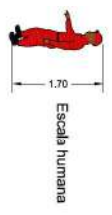
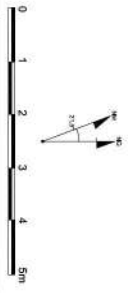
Área: 51,76 m²

Volume aproximado: 26,39 m³

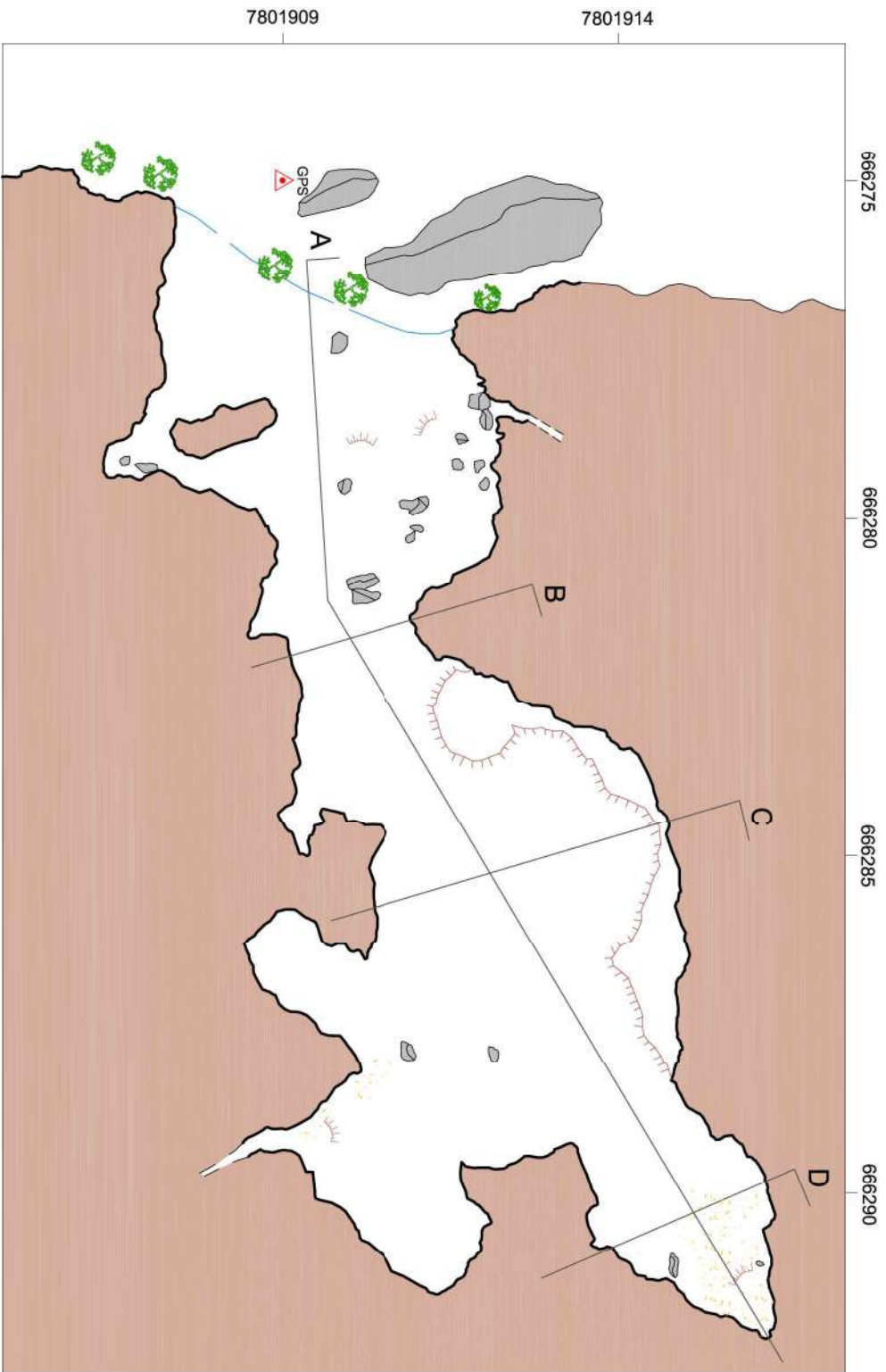
Desnível: 0,5 m



- Canga
- Sedimento arenolângulo
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matacões
- Vegetação
- Farpada interna
- Farpada externa
- Linha d'água
- Contorno inferior
- Desnível abrupto
- Curva de nível



		Diretoria de Planejamento de Recursos - DIPP Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETOS RELEVÂNCIA BRUCULTU Cavidade BRU_08		CENÁRIO: MACHADO & ANDRÉ ANÁLISE: FONSECA & F. SILVA REGISTRO: MACHADO & ANDRÉ LOCAL: CANTÃO MARCELLO M. LOPES		ESCALA: 1:100 DATA: 20/02/2022 FOLHA: 03	



UTM: 666275E / 7801909N / 9332Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA:5D
 PH: 25,1 m (Descontinuidade)
 Área: 68,7 m² Volume aproximado: 60 m³
 Desnível: 2,6 m

LEGENDA

- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Parede Interna
- Contorno Inferior
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Seixos, Calhaus e Matações
- Vegetação
- A Indicação do sentido do Perfil
- GPS Posicionamento geográfico



Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU








BRU_09

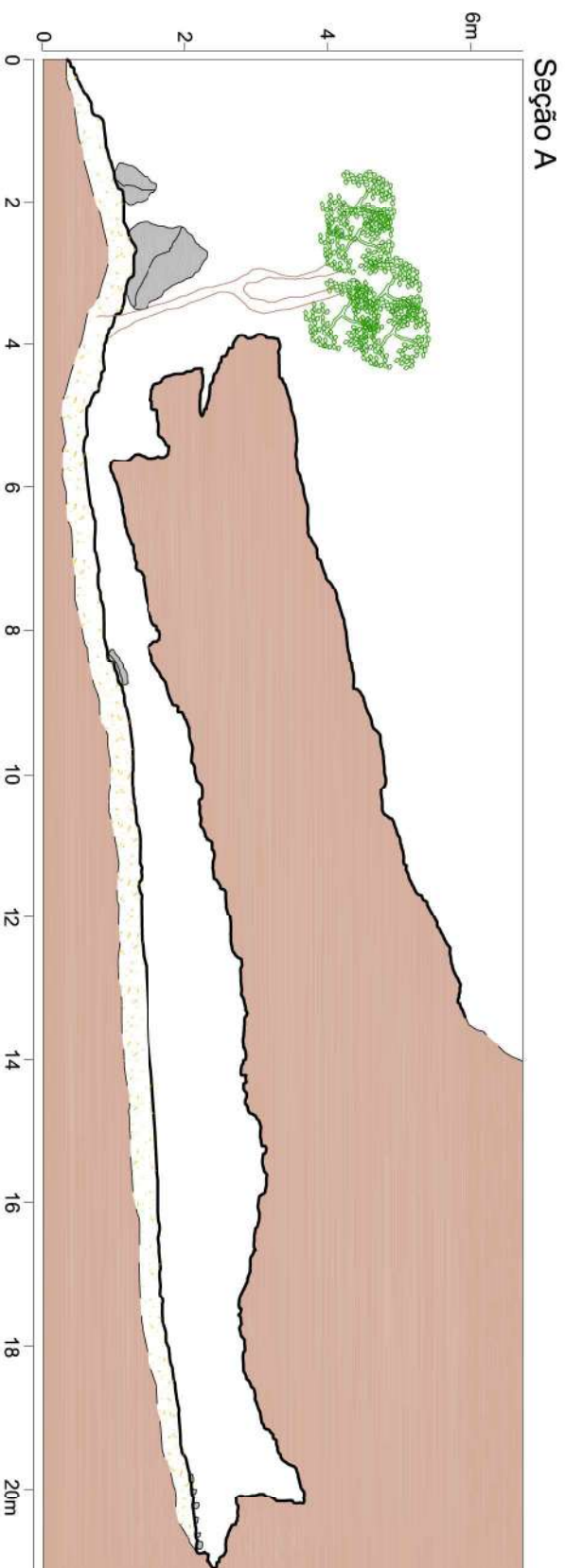
ÁREA: QUEBRADA DE CANGA

EXECUTADO POR: Felipe A. C. Borges, Luis H. S. Almeida Fernando A. Galhardi		DATA: 23/08/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Rafael Camargo	ANEXO
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo		DESENHO: Rafael Camargo			

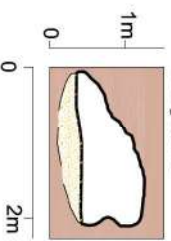
UTM: 668275E / 7801909N / 932Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA:5D
 PH: 25,1 m (Descontinuidade)
 Área: 68,7 m² Volume aproximado: 60 m³
 Desnível: 2,6 m

LEGENDA

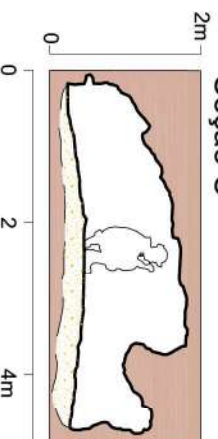
-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Canga
-  Parede interna
-  Contorno inferior
-  Cascalhos, Blocos e Matacões
-  Vegetação
-  Escala humana (h: 1,10m)



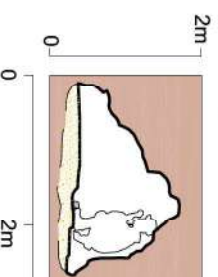
Seção B



Seção C



Seção D



Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_09

ÁREA: QUEBRADA DE CANGA

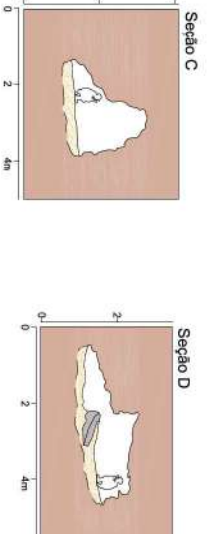
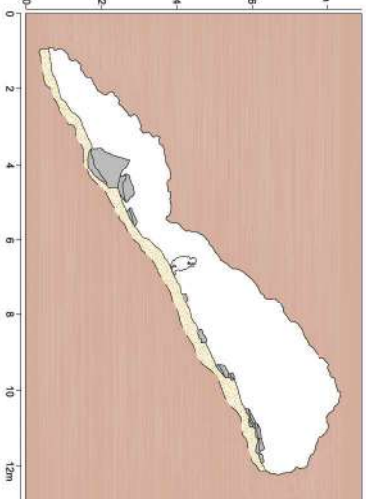
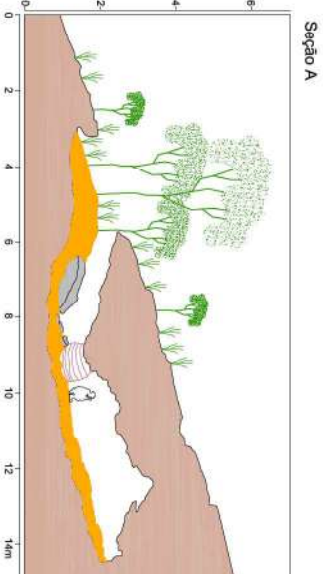
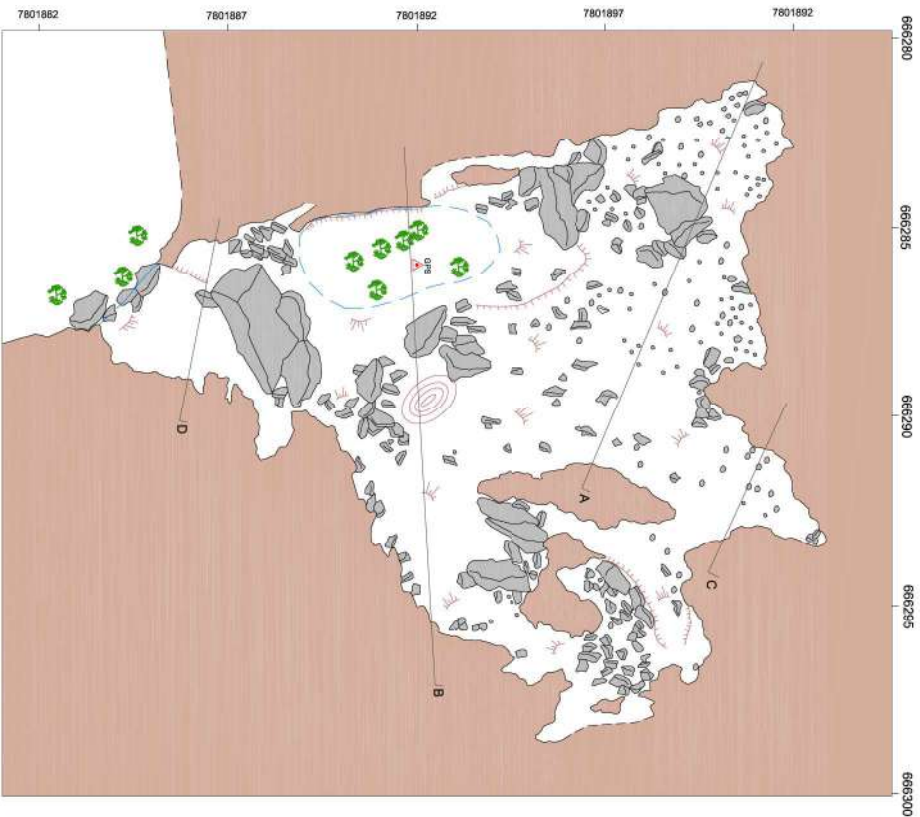
EXECUTADO POR: Felipe A. C. Borges, Luis H. S. Almeida Fernando A. Galvanetti	DATA: 23/08/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Rafael Camargo	ANEXO
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo	DESENHO: Rafael Camargo			

UTM: 666286E / 7801892N / 943Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 24,8 m (Descontinuidade)
 Área: 167,9 m² - Volume aprox: 183 m³
 Desnível: 10,7 m



LEGENDA

- Canga
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno Inferdo
- Desnível abrupto
- Desnível suave
- Seixos, Calhaus e Matacões
- Vegetação
- Posicionamento geográfico
- Cupinzeiro
- Indicação do sentido do Perfil
- Escala humana (h: 1,10m)



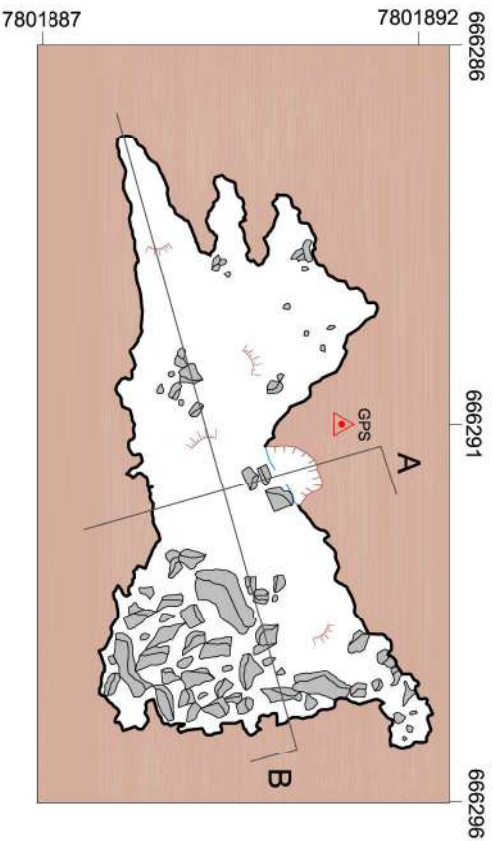
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_0010

ÁREA: QUEBRA DE CANGA

EXECUTADO POR: Fernando Guimarães Felipe A.C. Borges	DATA: 24/08/2012	ESCALA: 1:100	ANEXO
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo	DESENHO: Rafael Camargo	RESP. TOPOGRAFIA: Rafael Camargo	



UTM: 666291E / 7801891N / 946Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 13,1 m (Descontinuidade)
 Área: 18,6 m² Volume aproximado: 8 m³
 Desnível: 2,0 m

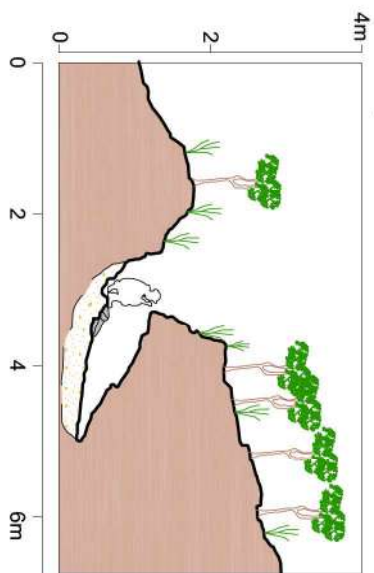


LEGENDA

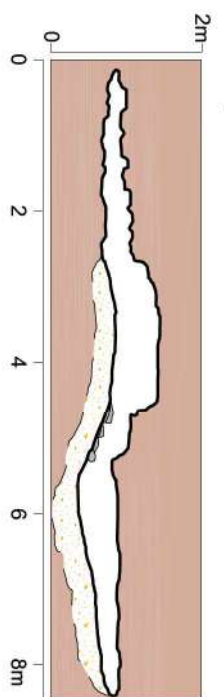
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Projeção teto baixo
- Contorno inferido
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Seixos, Calhaus e Matações
- Vegetação
- A Indicação do sentido do Perfil
- GPS Posicionamento geográfico
- Escala humana (1n: 1,10m)



Seção A



Seção B



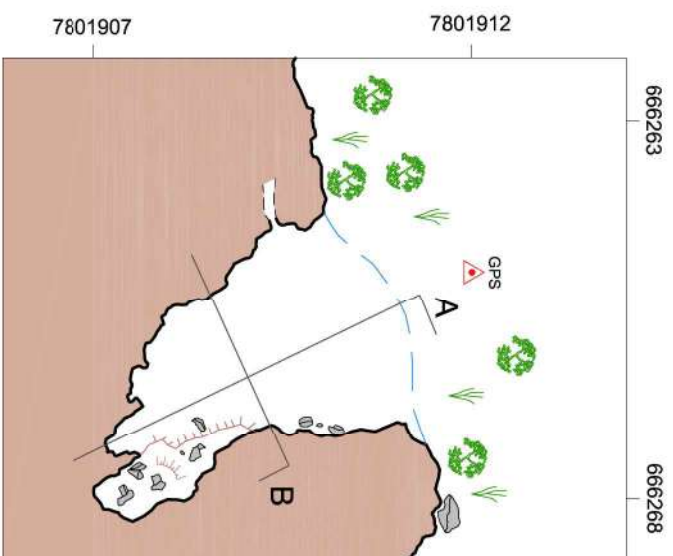
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_0011

ÁREA: QUEBRADA DE CANGA

EXECUTADO POR: Felipe A. C. Borges, Luis H. S. Almeida Fernando A. Galvanes		DATA: 23/08/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Rafael Camargo	ANEXO
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo		DESENHO: Rafael Camargo			



UTM: 666265E / 7801912N / 923Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 5,1 m (Descontinuidade)
 Área: 9,2 m² Volume aproximado: 7 m³
 Desnível: 0,2 m

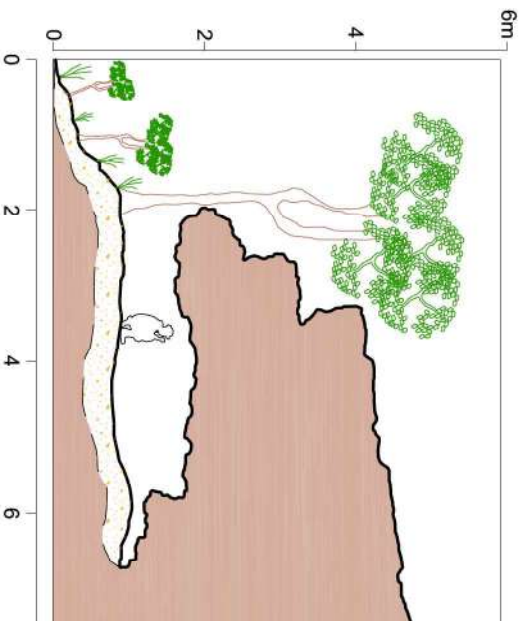


LEGENDA

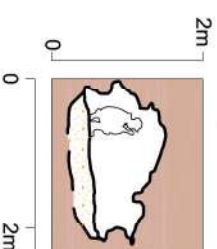
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno inferido
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Seixos, Calhaus e Matações
- Vegetação
- Indicação do sentido do Perfil
- Posicionamento geográfico
- Escala humana (h: 1,10m)



Seção A



Seção B



Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_0012

ÁREA: QUEBRRA DE CANGA










EXECUTADO POR: Felipe A. C. Borges, Uli H. S. Almeida Fernando A. Galimotas	DATA: 23/08/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Rafael Camargo	ANEXO
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo	DESENHO: Rafael Camargo			




UTM: 669554E / 7804258N / 984Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 13m (Descontinuidade)
 Área: 8,6 m² Volume aproximado: 35 m³
 Desnível: 5,1 m



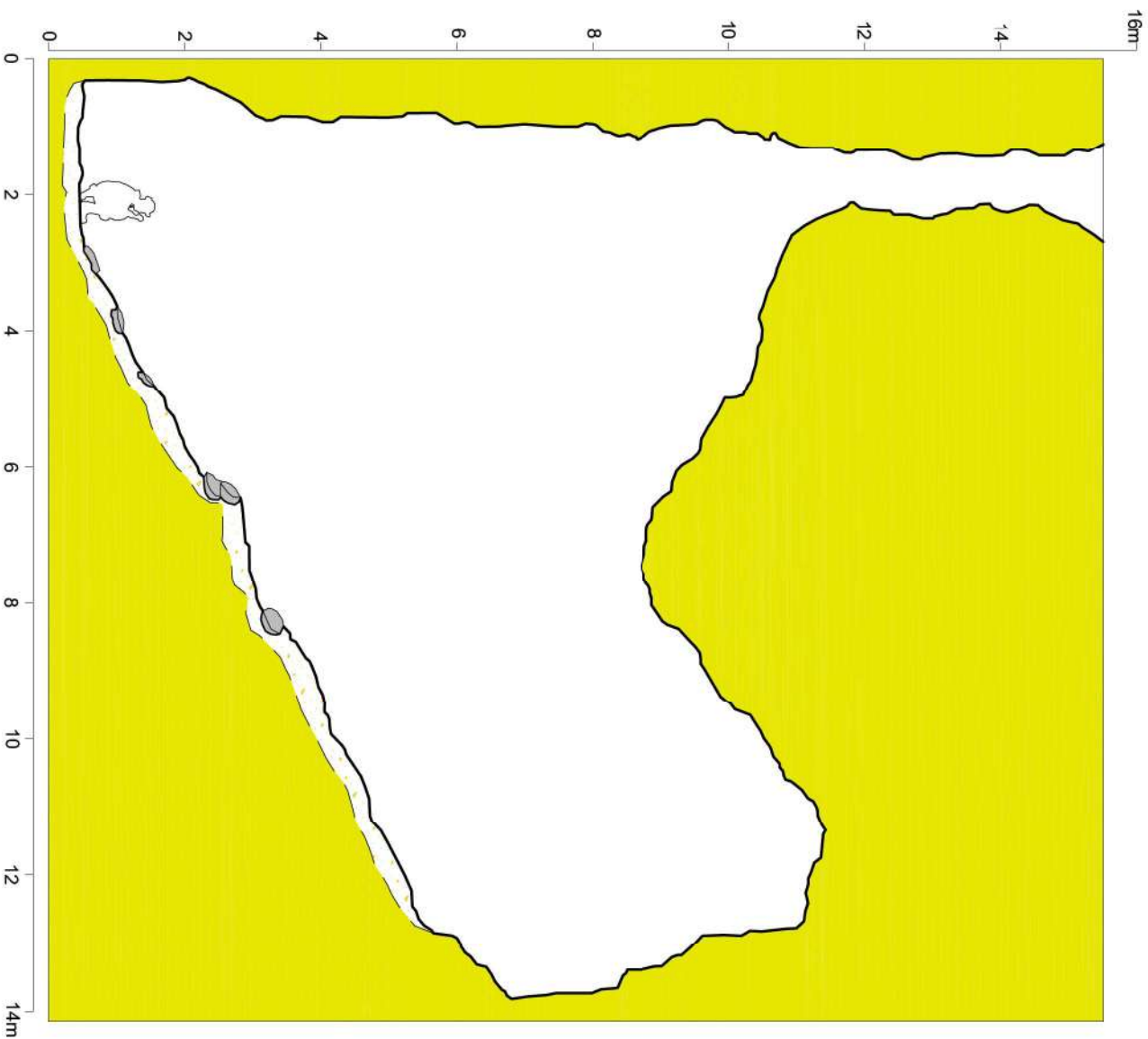
LEGENDA

-  Quartzo
-  Projeção linha d'água
-  Parede interna
-  Contorno inferido
-  Desnível abrupto
-  Desnível leve
-  Seixos, Calhaus e Matacões
-  Indicação do sentido do Perfil
-  Posicionamento geográfico

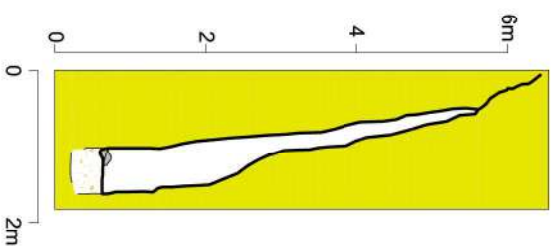


		Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF	
		Núcleo de Espeleologia VALE	
PROJETO BRICUTU		BRU_0014	
ÁREA: QUEBRA DE CANGA			
EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	ANEXO
Felipe A. C. Borges	29/08/2012	1:100	
RESP. EQUIPE:	RESP. TOPOGRÁFICA:		
Rafael Camargo	Rafael Camargo		

Seção A









Seção B



UTM: 669554E / 7804258N / 984Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 13m (Descontinuidade)
 Área: 8,6 m² Volume aproximado: 35 m³
 Desnível: 5,1 m

LEGENDA

-  Quartzito
-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Parede interna
-  Contorno inferido
-  Seixos, Calhaus e Matações
-  Escala humana (h: 1,10m)











Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

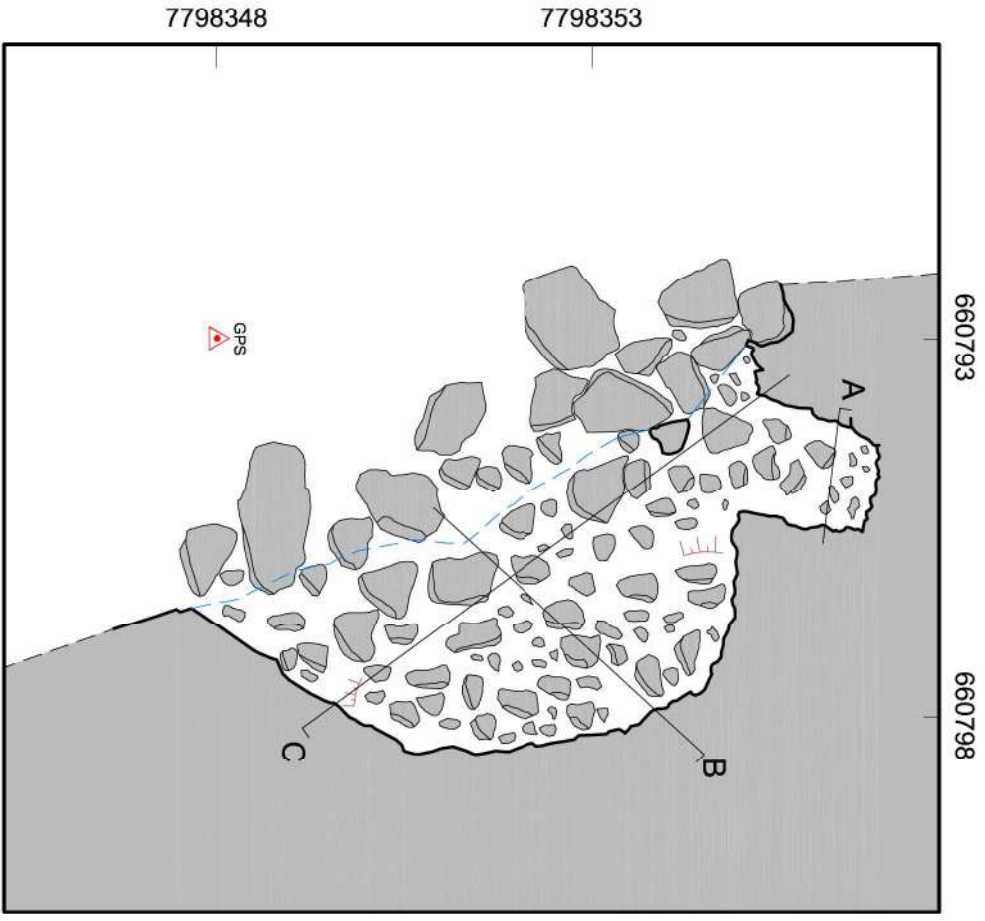
EXECUTADO POR: Felipe A. C. Borges		DATA: 29/08/2012		ESCALA: 1:100	
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo		DESENHO: Rafael Camargo		RESP. TOPOGRAFIA: Rafael Camargo	
ÁREA: QUEBRÁ DE CANGA				PROJETO BRUCUTU	
BRU_0014				ANEXO	



UTM: 660793E / 7798348N / 808Z
Datum: SAD 69 - Zona: 23S
Classificação BCRA: 5D
PH: 6,1m
Área: 21,5 m² - Volume aprox: 10 m³
Desnível: 0,5 m

LEGENDA

-  Itabrito
-  Projeção linha d'água
-  Parede interna
-  Contorno inferido
-  Desnível lave
-  Cascalhos, Blocos e Matacões
-  A Indicação do sentido do Perfil
-  GPS Posicionamento geográfico



Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE









PROJETO BRUCUTU
BRU_0019

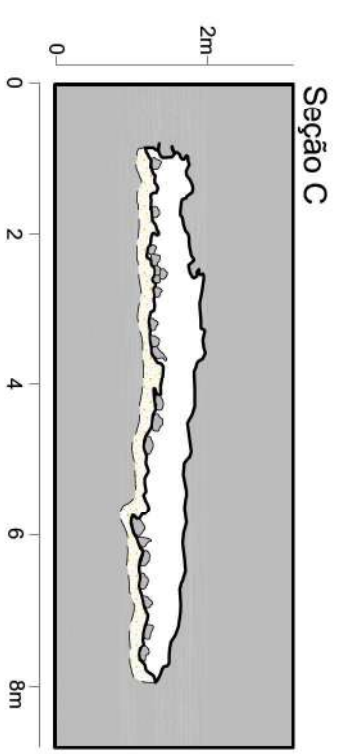
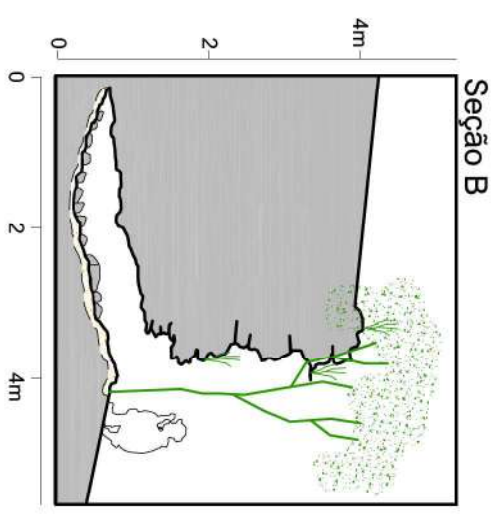
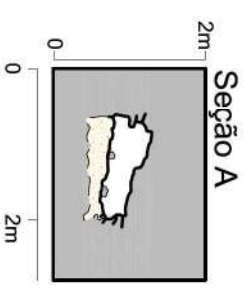
EXECUTADO POR: Wellington Silva	DATA: 26/09/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Thiago Lima	ANEXO
RESP. EQUIPE: Thiago Lima	DESENHO: Thiago Lima	ÁREA: Linha de Transmissão		

UTM: 660793E / 7798348N / 808Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 6,1m
 Área: 21,5 m² - Volume aprox: 10 m³
 Desnível: 0,5 m



LEGENDA

-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Itabirito
-  Parede interna
-  Contorno inferido
-  Cascalhos, Blocos e Matácões
-  Vegetação
-  A Indicação do sentido do Perfil
-  Escala humana (h: 1,10m)



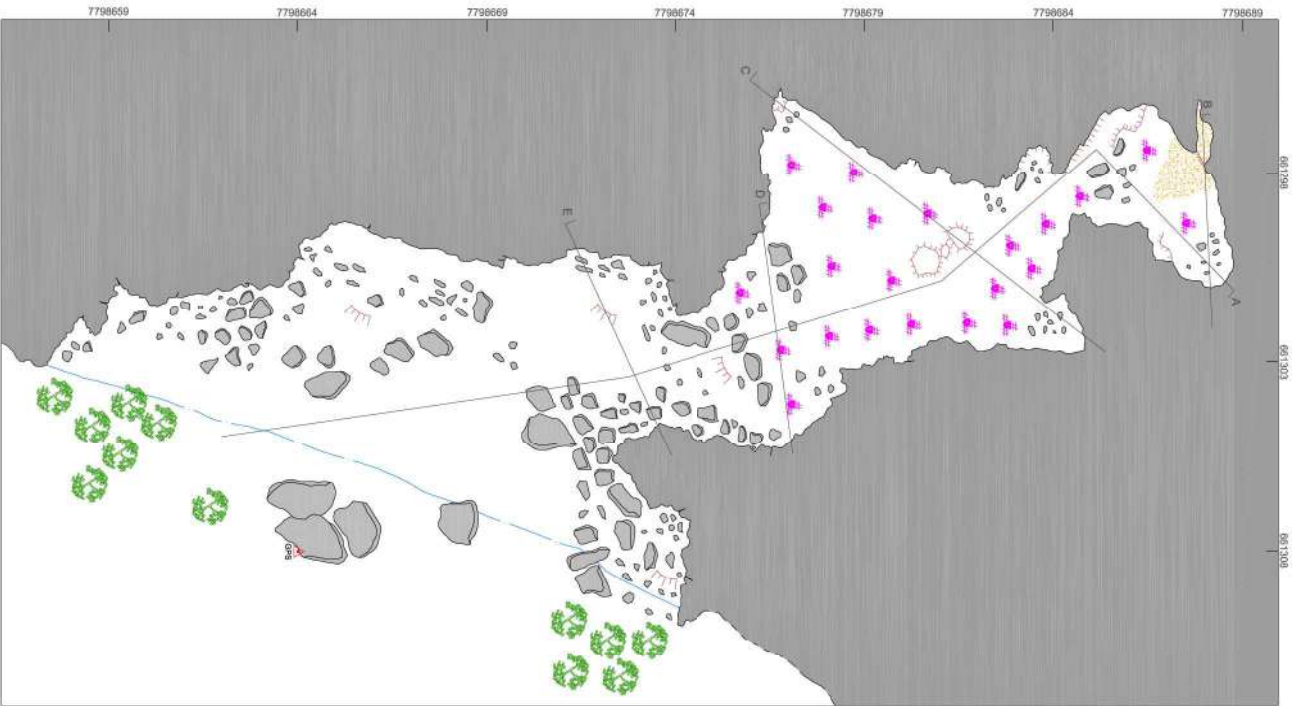
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_0019

ÁREA: Linha de Transmissão

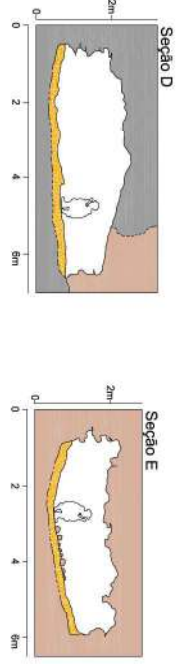
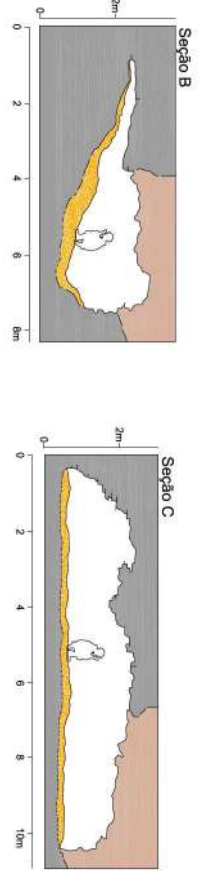
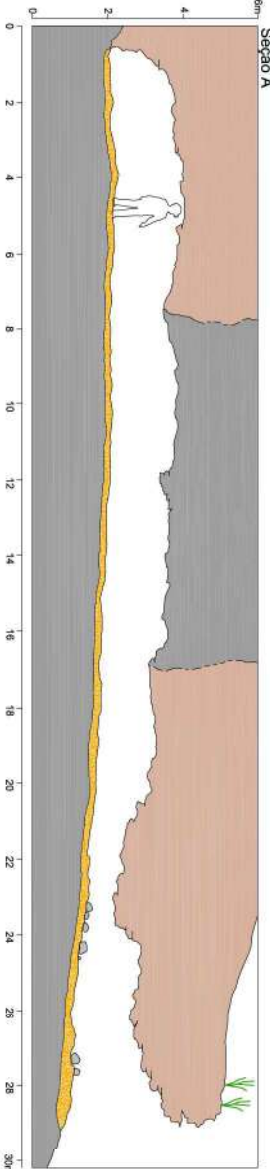
EXECUTADO POR: Wellington Silva	DATA: 26/09/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Thiago Lima	ANEXO
RESP. EQUIPE: Thiago Lima	DESENHO: Thiago Lima			



UTM: 667308E / 7798654W / 6670m
 Datum: SAD 69 - Zone 23S
 Proj: UTM
 Proj. 4 quadr. BQCE 50
 Área: 156,4 m² - Volume aproximado: 207 m³
 Densidade: 2,1 t/m³

LEGENDA

- Sedimento Argiloso
- Matão de Ferro
- Carregá
- Polvilho/Alta água
- Parede limpa
- Contorno/Inferido
- Desmatamento
- Densidade/Suave
- Matadão, calhaus e sedacos
- Vegetação
- Glareo
- Indicação do sentido do Paredão
- Rodadura geométrica
- Escala humana (1: 1,10m)
- Escala humana (1: 1,75m)



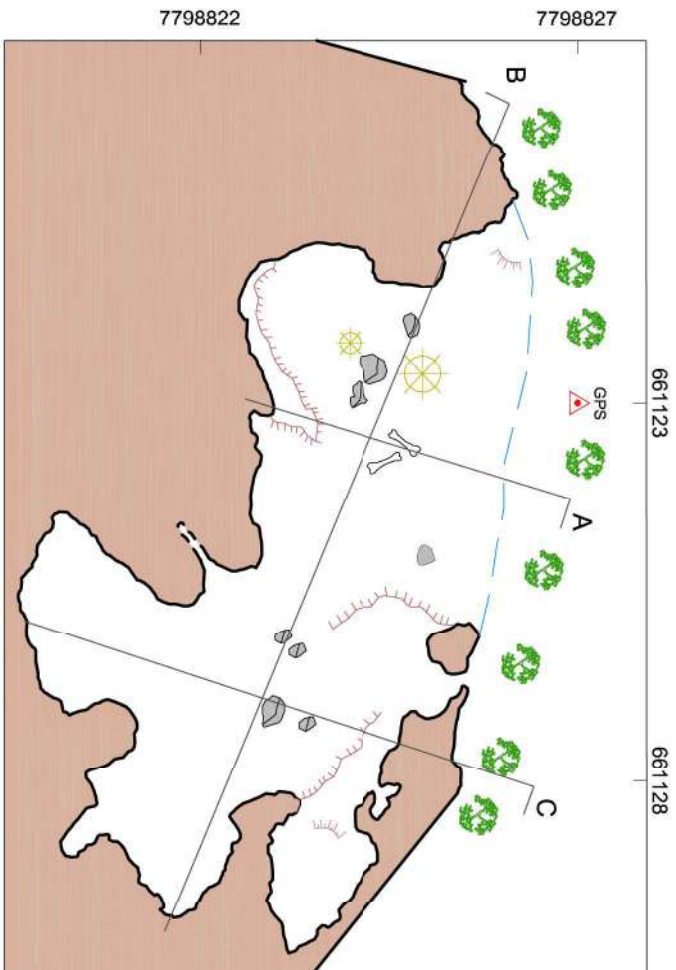
		Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIF Núcleo de Espeleologia VALE	
PROJETO RECORTU BR/4021		Área: Vale do Ferropólio	
INSCRIÇÃO: Nº: 25080912	ESCALA: 1:100	DATA: 15/05/2014	AUTORA: JADCO
TÍTULO: Projeto Recortu	ESCALA: 1:100	DATA: 15/05/2014	AUTORA: JADCO

UTM: 661123E / 7798827N / 913Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 12,4 m
 Área: 33,9 m² Volume aproximado: 47 m³
 Desnível: 1,3 m



LEGENDA

- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Lixo
- Osso
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno inferido
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Cascalhos, Blocos e Matacões
- Vegetação
- A | Indicação do sentido do Perfil
- GPS | Posicionamento geográfico



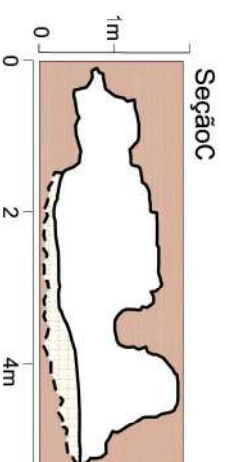
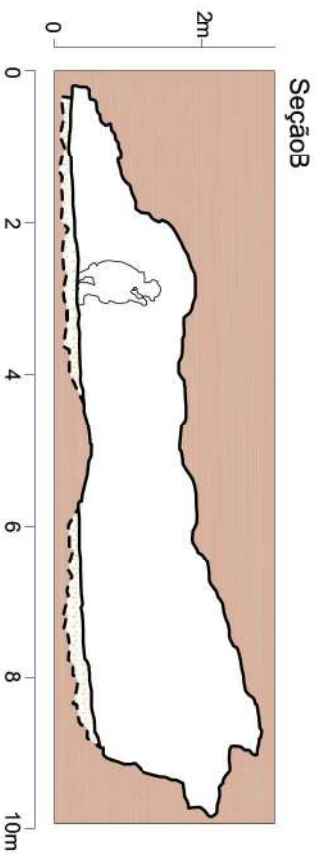
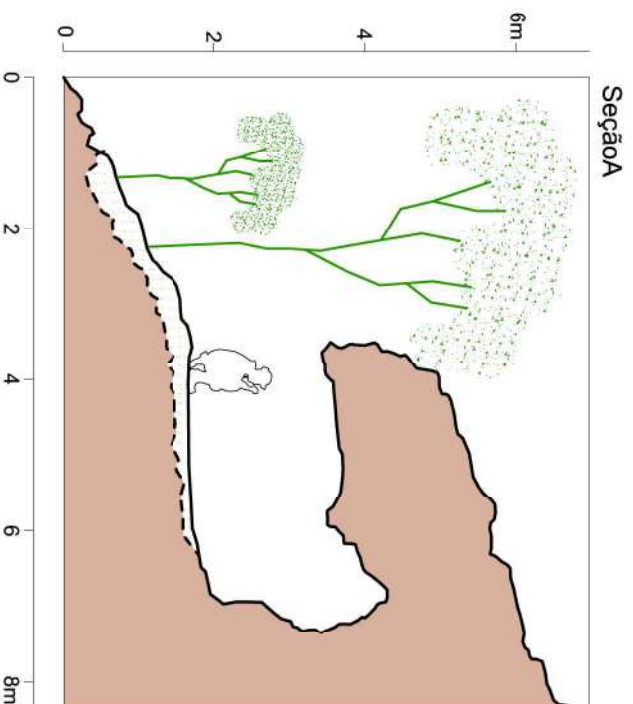
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_0022







ÁREA: Linha de Transmissão

EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRAFIA:
Joel Varela	26/09/2012	1:100	Rafael Camargo
RESP. EQUIPE:	DESENHO:		ANEXO
Rafael Camargo	Rafael Camargo		



UTM: 661123E / 7798827N / 913Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 12,4 m
 Área: 33,9 m Volume aproximado: 47 m³
 Desnível: 1,3 m

LEGENDA

-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Carga
-  Vegetação
-  Escala humana (h: 1,10m)
-  Parede interna
-  Contorno Inferido



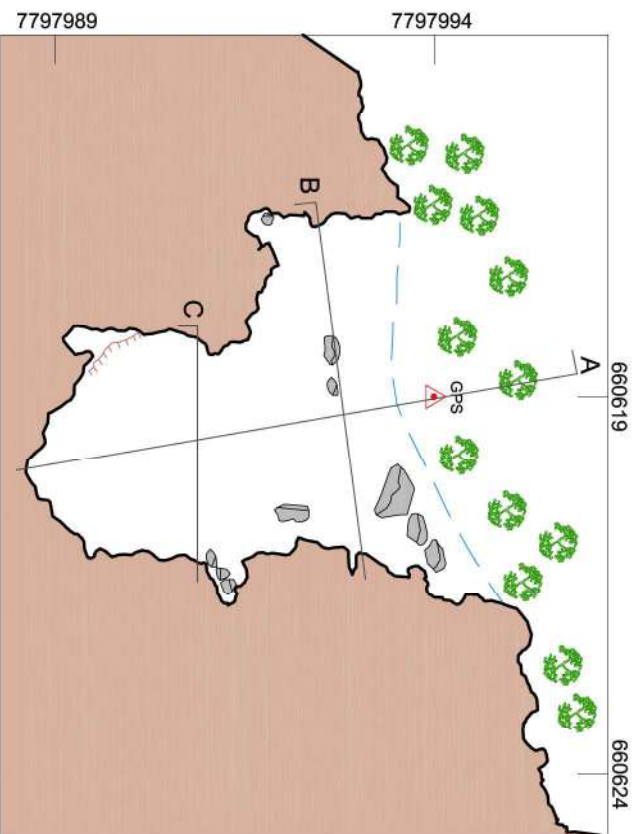
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_0022

ÁREA: Linha de Transmissão

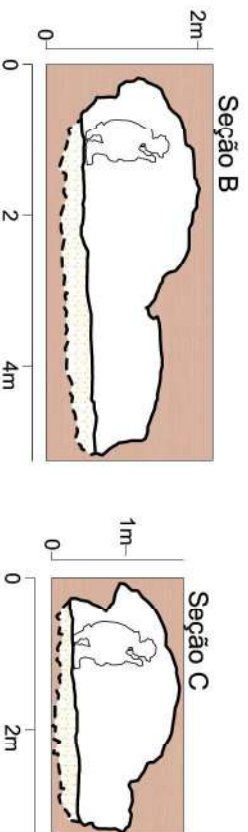
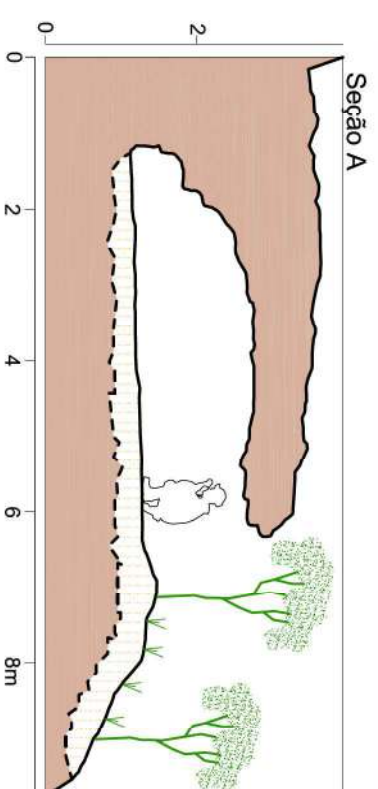
EXECUTADO POR: RESP. EQUIPE:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRAFIA:	ANEXO
Joel Varela Rafael Camargo	26/09/2012	1:100	Rafael Camargo	



UTM: 660619E / 779794N / 956Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 Área: 17,5 m²
 PH: 5,6 m Volume aproximado: 20 m³
 Desnível: 0 m

LEGENDA

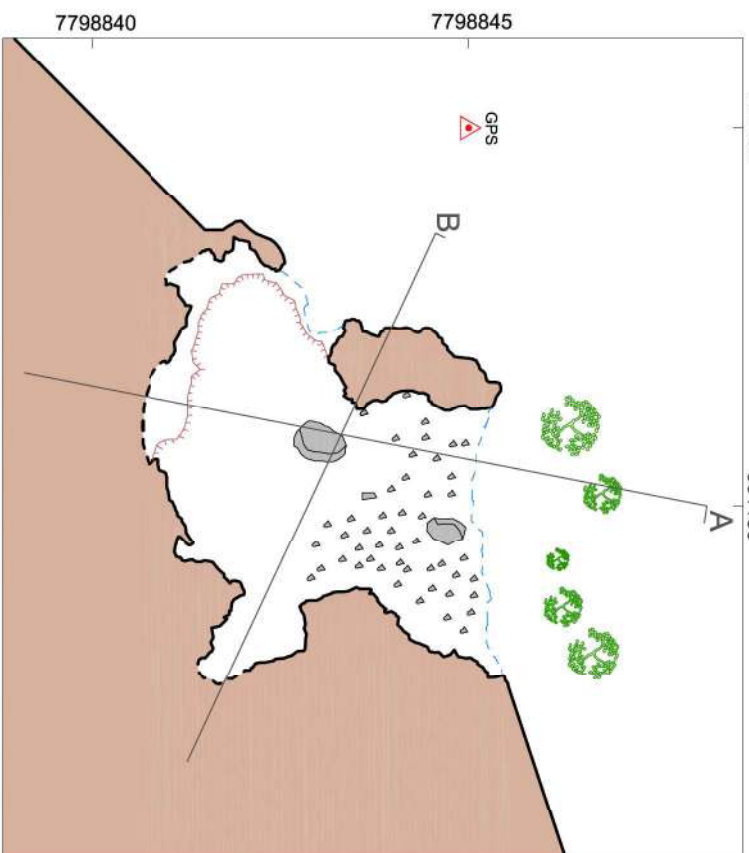
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno Inferido
- Desnível abrupto
- Cascalhos, Blocos e Matácões
- Vegetação
- Indicação do sentido do Perfil
- GPS
- Posicionamento geográfico
- Escala humana (h: 1,10m)



		Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF	
PROJETO BRUCUTU		Núcleo de Espeleologia VALE	
ÁREA: Linha de transmissão			
EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRÁFIA:
Joel Varela	26/09/2012	1:100	Rafael Camargo
RESP. EQUIPE:	DESENHO:		ANEXO
Rafael Camargo	Rafael Camargo		

661183

661188














UTM: 661183E / 7798845N / 661Z
Datum: SAD 69 - Zona: 23S
Classificação BCRA:5D
PH: 5,4 m
Área: 16 m²
Desnível: 0,4 m

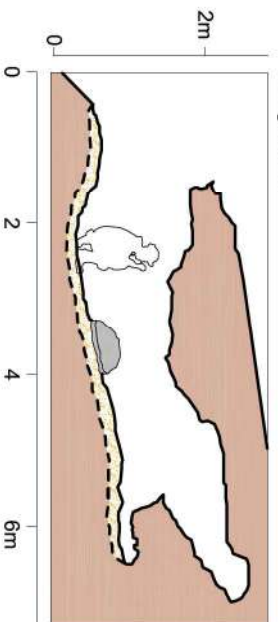
Volume aproximado: 28 m³



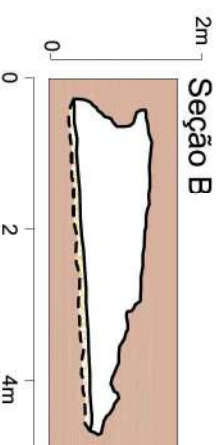
LEGENDA

-  Canga
-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Projeção linha d'água
-  Parede interna
-  Contorno inferido
-  Desnível abrupto
-  Cascalhos, Blocos e Matacões
-  Vegetação
-  A Indicação do sentido do Perfil
-  GPS
-  Escala humana (h: 1,10m)

Seção A



Seção B



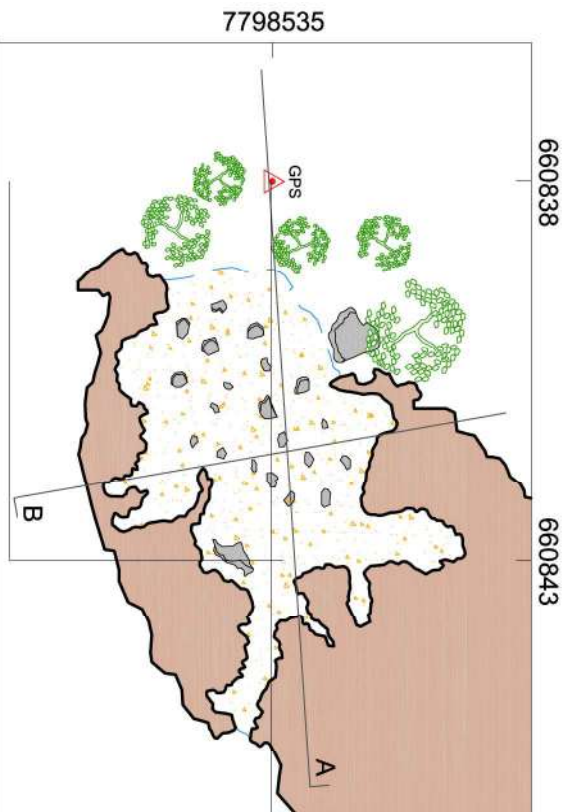
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIPF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU_0025

ÁREA: Linha de Transmissão

EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRAFIA:	ANEXO
Pedro Nascimento	25/09/2012	1:100	Alexandre L. Pontalti	
RESP. EQUIPE:	DESENHO:			
Alexandre L. Pontalti	Alexandre L. Pontalti		Alexandre L. Pontalti	



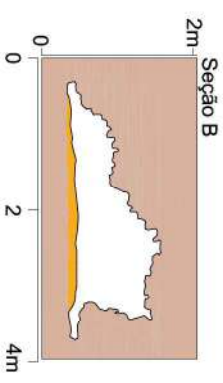
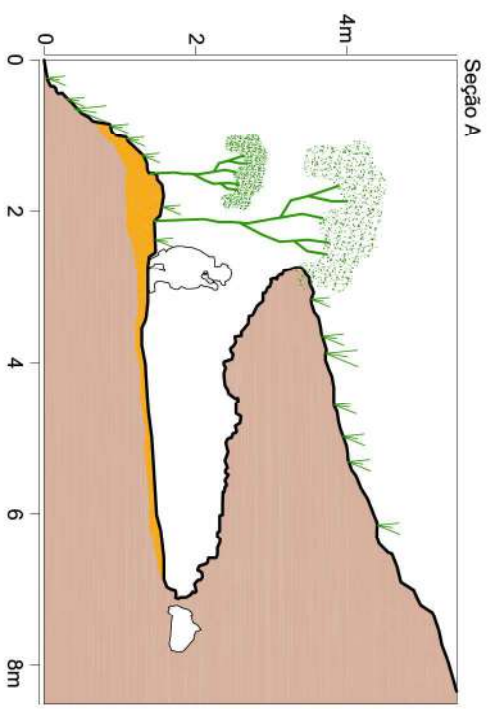
UTM: 660838E / 7798535N / 923Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 6,1 m
 Área: 12,7 m² Volume aproximado: 11 m³
 Desnível: 0,4 m

LEGENDA

- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Cascalhos, Blocos e Matácões
- Vegetação
- A Indicação do sentido do Perfil
- GPS Posicionamento geográfico



Escala humana (h: 1,10m)



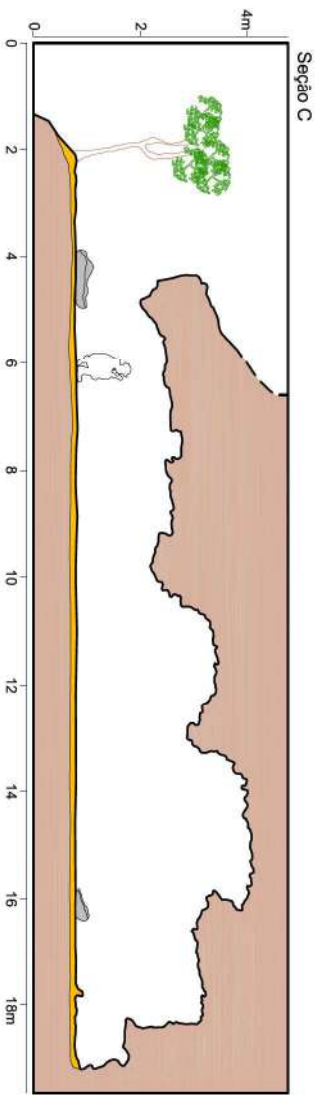
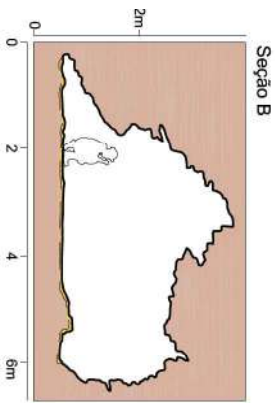
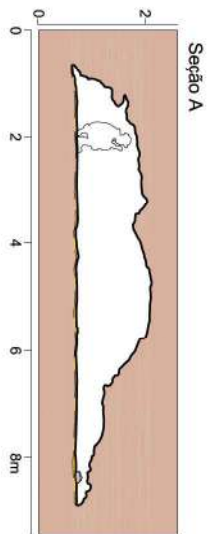
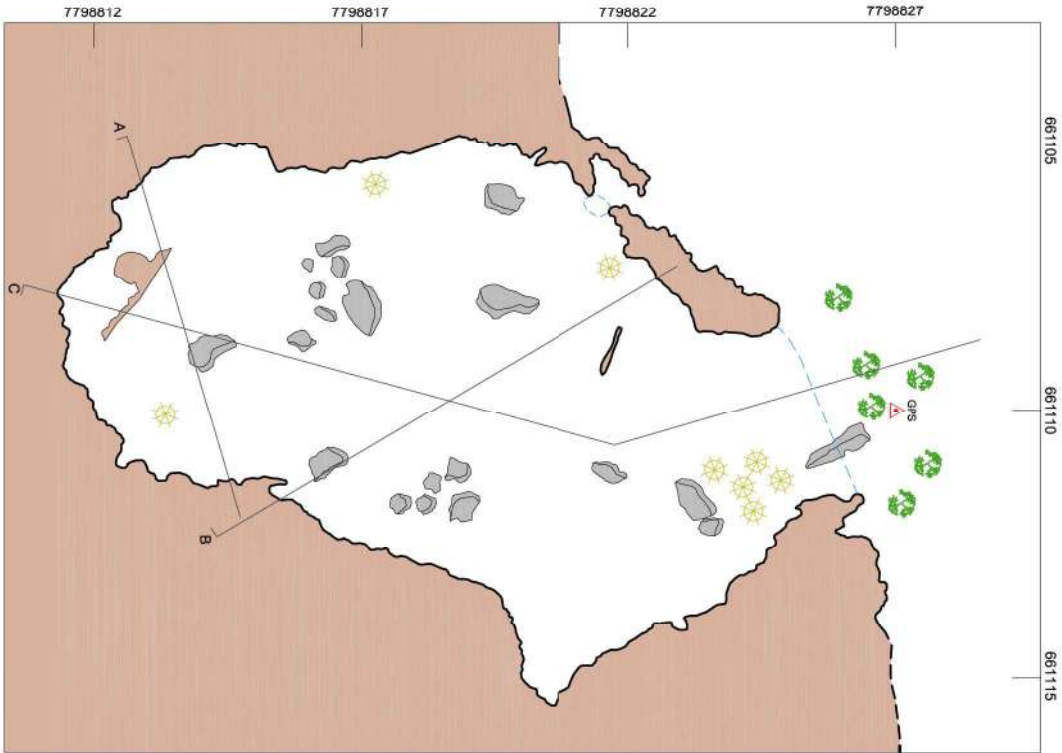
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU

BRU-0028

ÁREA: Linha de Transmissão

EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	ANEXO
RESP. EQUIPE:	DESIGNO:	RESP. TOPOGRAFIA:	
Alexandre Lino Pontelli	25/09/2012	Alexandre Lino Pontelli	ANEXO
Alexandre Lino Pontelli			



UTM: 661110E / 7798627N / 312Z
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCPR: 5D
 P.H.: 14,1 m
 Área: 91,3 m² - Volume aproximado: 149 m³
 Desnível: 0 m

LEGENDA

- Canga
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Indicação do sentido do Perfil
- Vegetação
- Projeção litorânea d'água
- Parede Interna
- Projeção leito baixo
- Contorno Interdo
- Matacões, calhaus e seixos
- Lixo
- Posicionamento geográfico
- Escala humana (h: 1,10m)

VALE

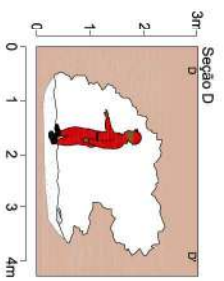
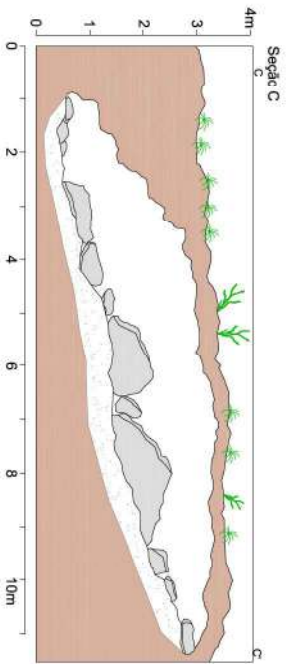
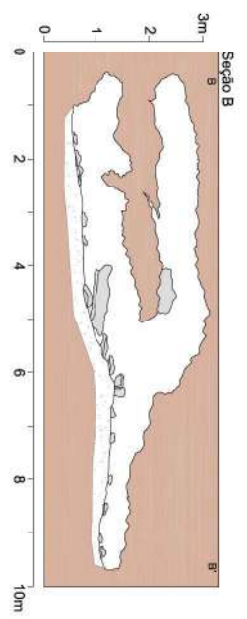
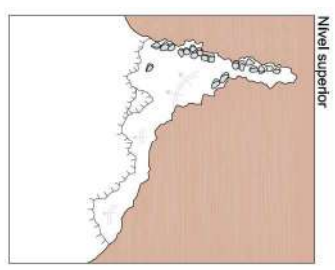
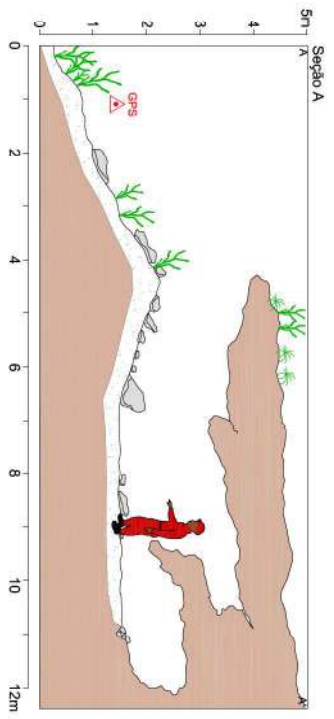
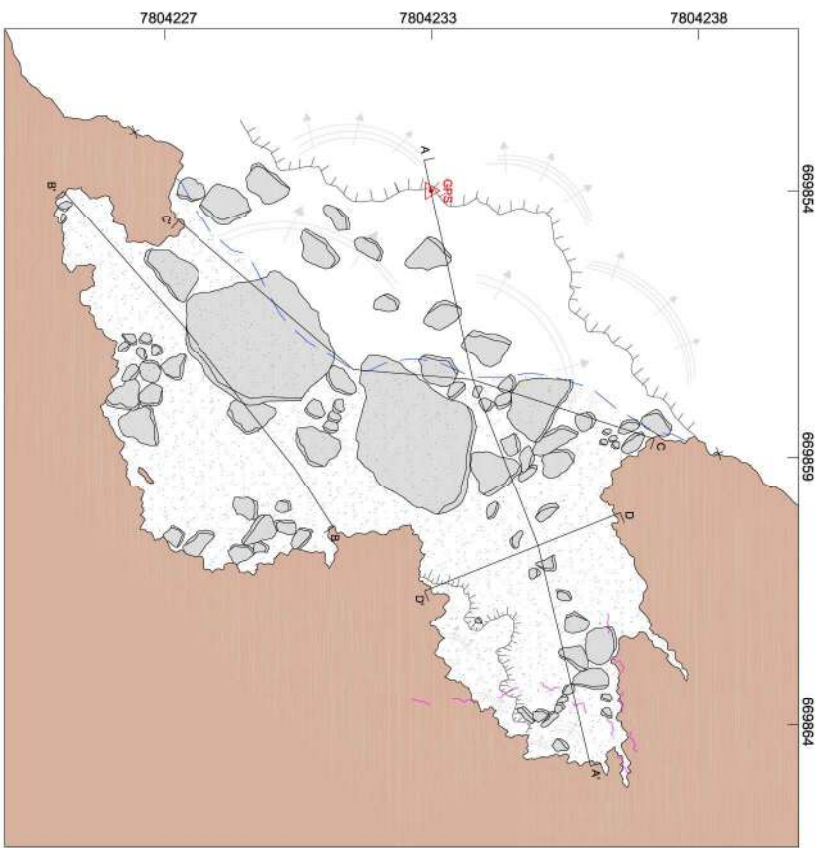
Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF
Núcleo de Espeleologia VALE

PROJETO BRUCUTU
 BRU_0032

Arquiteta: Línia de Transmissão

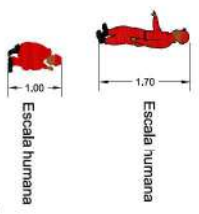
RECONSTRUÇÃO: Fernando Guimarães 23/09/2012
 ESCALA: 1:100

PROJETO: Alexandre Pontalti
 TÍTULO: Alexandre Pontalti
 ANEXO

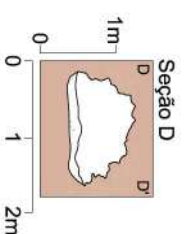
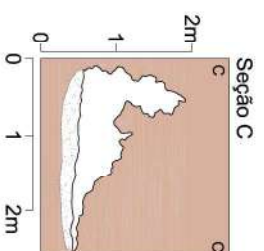
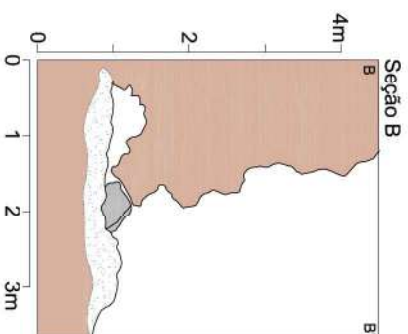
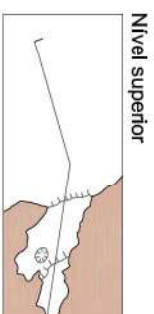
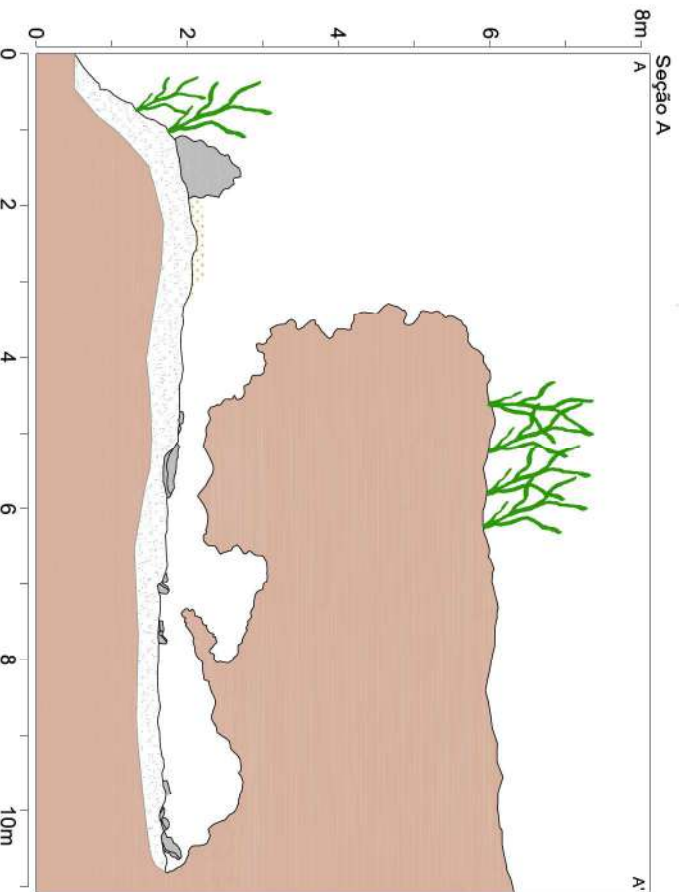
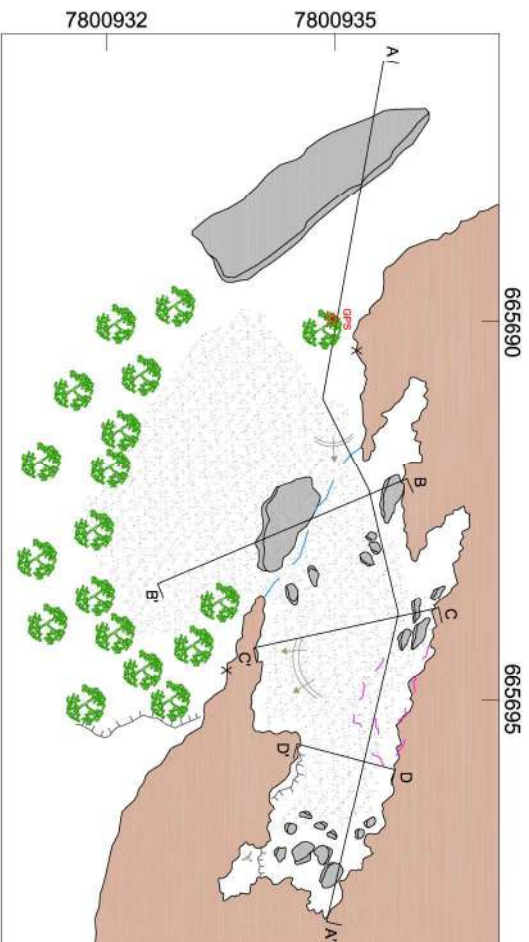


UTM: 669854E / 7804233N / 997 m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 14,81 m
 Área: 53,54 m²
 Volume aproximado: 76,29 m³
 Desnível: 0,7 m

- Canga
- Sedimento arenoso/argiloso
- GPS
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matacões
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Desnível abrupto
- Curva de nível
- Patamar/Desnível suave
- Nível superior



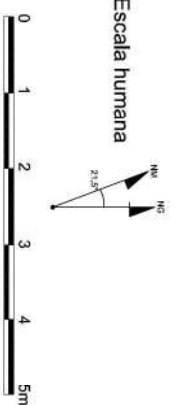
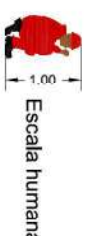
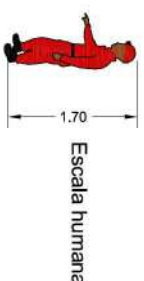
		Diretoria de Planejamento de Ferramentas - DDPF Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETO: RELEVÂNCIA BRUCITU		Cavidade BRU 34		ÁREA: BAÑO DE COCAS	
TIPO DE TÉCNICA: MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO MAPEAMENTO GEOLÓGICO	EQUIPE TÉCNICA: ANDRÉ L. LEMOS ANDRÉ L. LEMOS ANDRÉ L. LEMOS ANDRÉ L. LEMOS	ESCALA: 1:100	DATA: 08/09/2018	FOLHA: 01	Nº: 01



UTM: 665690E / 7800935N / 788 m
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S
 Classificação BCRA: 5D
 PH: 14,69 m
 Área: 10,44 m²
 Volume aproximado: 4,80 m³
 Desnível: 0,7 m

GPS entrada
 Indicação do sentido da seção

Canga
 Sedimento
 Blocos e matações
 Vegetação
 Parede interna
 Parede externa
 Linha d'água
 Desnível abrupto
 Curva de nível
 Nível superior



		Diretoria de Planejamento de Ferrosos - DIPF Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETO: RELEVANCIA BRUCUTU		Caverna BRU_35		ÁREA: BARÃO DE COCAIS	
RESP. TÉCNICO: MAGIEL, M. LEANDRO RESP. TOPOGRÁFICO: MACHADO, B. ANDRÉ	CROQUISTA: MACHADO, B. ANDRÉ ANOTADOR: FONSECA, P. F. TATIANA INSTRUMENTISTA: MACHADO, B. ANDRÉ FONTE DE TREM: IMBELI, W. LUCAS	ESCALA: 1:100	DATA: 26/08/12	DESENHO: SALES, L. SERGIO	FOLHA M4